

MINISTERO DELL'AGRICOLTURA E DELLE FORESTE
DIREZIONE GENERALE PER LA PRODUZIONE AGRICOLA

P. O. F. I. LIBRARY

MAY 8 1959

FISH & WILDLIFE SERVICE

BOLLETTINO
DI PESCA, PISCICOLTURA E IDROBIOLOGIA

(Note e memorie scientifiche)

CONDIZIONI DI VENDITA PER IL 1957

ITALIA abbonamento annuo ⁽¹⁾. . . **L. 826**

» un fascicolo » **500**

ESTERO abbonamento annuo . . . » **1600**

» un fascicolo » **1000**

(1) Comprensivo d' I. G. E. e dell' imposta sul bollo

*Il versamento va eseguito sul c/c Postale 1/2640 intestato
all'Istituto Poligrafico dello Stato - Libreria dello Stato - Roma.*

*N. B. — I fascicoli disguidati debbono essere richiesti non appena per-
viene quello successivo.*

Per qualunque comunicazione riguardante il pre-
sente Bollettino, come per il cambio con altri periodici
o pubblicazioni, si prega di rivolgersi unicamente al
LABORATORIO CENTRALE DI IDROBIOLOGIA,
Piazza Borghese, 91 - Roma.

On prie d'adresser toutes les communications et
même les publications envoyées en change directement
au **LABORATORIO CENTRALE DI IDROBIOLOGIA,**
Piazza Borghese, 91 - Rome (Italie).

For any communication regarding this bulletin please
adress only to **LABORATORIO CENTRALE DI IDRO-**
BIOLOGIA, Piazza Borghese, 91 - Rome (Italy).
The same for any change with other periodicals and
publications.

Für jede Mitteilung diese Zeitschrift wie den Tausch
mit anderen Veröffentlichungen oder Druckschriften betref-
fend, bitten wir sich an das **LABORATORIO CENTRALE**
DI IDROBIOLOGIA, Piazza Borghese, 91 Rom (Italien)
zu wenden.

MINISTERO DELL'AGRICOLTURA E DELLE FORESTE
DIREZIONE GENERALE PER LA PRODUZIONE AGRICOLA

BOLLETTINO

DI PESCA, PISCICOLTURA E IDROBIOLOGIA

(Note e memorie scientifiche)

ISTITUTO POLIGRAFICO DELLO STATO - ROMA

Redattore: Prof. GABRIELLA CANNICCI GIACOMETTI

(6101922) Roma 1958 - Istituto Poligrafico dello Stato - G. C.

English Summaries at end of each article.

INDICE

PICOTTI, MARIO: Relazione sull'attività dell'Istituto Sperimentale Talassografico di Trieste per l'anno 1957	Pag. 121
MALDURA, CARLO: Relazione sull'attività del Laboratorio Centrale di Idrobiologia durante l'anno 1957	» 124
PICOTTI, MARIO: Ricerche nel lago d'Orta	126
DE ANGELIS, COSTANZO M.: Metodi di ricerca sulla produttività del mare	» 159
SOMMANI, ERNESTO: Limnologia dei laghi artificiali VI. - Osservazioni conclusive	» 212
SCUDERI, IRENE: Sui caratteri morfologici dell' <i>Engraulis</i> del «Lago Verde»	» 232
GIANNOTTI, FRANCESCO S.: - DI GIOVANNI MARIA V.: Il carico biologico convogliato dalle acque delle fonti del Clitunno.	» 265
CIANFICCONI, FERNANDA - RIATTI MAGDA: Impiego di pietre artificiali per l'analisi quantitativa delle colonizzazioni faunistiche dei fondi potamici	» 299

Digitized by the Internet Archive
in 2025

RELAZIONE

SULL'ATTIVITÀ DELL'ISTITUTO SPERIMENTALE TALASSOGRAFICO DI TRIESTE PER L'ANNO 1957

MARIO PICOTTI

1) EDIFICIO. — L'Istituto ha ricevuto in consegna anche il II piano della nuova ala, dove ha provveduto a sistemare la Sezione calcolo, mareografia e disegno ed il Laboratorio fotografico per riproduzioni.

L'arredamento della biblioteca, tranne lievi particolari, può considerarsi ultimato e si è dato pertanto inizio al riordinamento, ricognizione ed alla definitiva sistemazione dei volumi.

2) DOTAZIONE STRUMENTALE. — Il materiale scientifico ha subito un incremento in valore pari a lire 7.642.951; sono stati infatti acquistati dallo Istituto sei anemoscopi, un pluviografo, un contatore Geiger, dieci termometri a rovesciamento, sei bottiglie Nansen, due bilancie di precisione, cinque anemometri totalizzatori, un galvanometro, due termografi, un carotatore tipo Kullenberg, uno spettrofotometro Zeiss Elko e varie strumentazioni complementari minori.

3) ATTIVITÀ DELL'ISTITUTO. — L'Istituto ha avuto un costante e fortissimo incremento nel corso del primo semestre per la preparazione dei programmi di ricerca e delle attrezzature necessarie alle osservazioni affidate all'Istituto dalla Commissione Nazionale per l'Anno Geofisico Internazionale, le quali ebbero inizio il primo luglio 1957.

All'Istituto di Trieste vennero assegnate le ricerche seguenti:

a) controllo giornaliero delle temperature del mare e bisettimanale della salinità in 12 stazioni lungo le coste italiane. Vennero istituite ed hanno funzionato fino al 31 dicembre le stazioni di Imperia, Portofino, Livorno, Santa Marinella (Civitavecchia), Porto Torres (Sassari), Carloforte (Cagliari), Ustica (Palermo), Casamicciola (Ischia), Otranto, Vieste, Fano e Trieste;

b) sopraluoghi nelle località provviste di mareografo per un controllo strumentale e di funzionamento. I sopraluoghi vennero effettuati in tre periodi:

mareografi della costa adriatica, mareografi del basso Tirreno e delle isole ed infine mareografi del medio ed alto Tirreno e mar Ligure;

c) controllo chimico delle precipitazioni atmosferiche con osservatori in Piemonte, Liguria, Sardegna, Calabria, Marche e Trieste;

d) crociere periodiche nel basso Tirreno e canale di Sicilia (effettuate una nel giugno ed una a fine settembre);

e) crociera talassografico-gravimetrica nel medio Adriatico in collaborazione con l'Osservatorio Geofisico di Trieste (vari periodi da luglio ad ottobre), con oltre 400 stazioni di osservazione.

Nei laghi dell'Italia settentrionale vennero ripetute alcune osservazioni nel Lago d'Orta ed effettuata una serie preliminare di misure nel Lago di Garda.

Le osservazioni fatte ed i campioni raccolti sono stati oggetto di analisi chimiche e tabellazione nei laboratori dell'Istituto.

La Sezione Meteorologica ha dovuto procedere ad un riordinamento integrale delle nove stazioni periferiche site nella provincia di Trieste, completandovi la dotazione strumentale. Per lo studio del mare sono entrate in funzione due stazioni mareografiche (Trieste e foce del Timavo) ed è stato dato corso alla costruzione di una cabina per lo studio del moto ondoso e la sistemazione di due termografi marini.

La trasmissione dei dati di osservazione dell'aria e del mare continuarono, come negli anni precedenti, con comunicazioni giornaliere, decadiche, mensili ed annue.

4) PUBBLICAZIONI. — Per quanto l'attività più sopra precisata abbia tenuto impegnato costantemente ed intensamente tutto il personale dell'Istituto, nel corso del 1957 la collana delle pubblicazioni è aumentata di sette lavori dal n. 338 al n. 344 (M. Picotti, tre; S. Polli, tre; B. Malle, uno).

5) Sono stati ospiti dell'Istituto, dal febbraio in poi: il dott. Costanzo De Angelis del Laboratorio Centrale di Idrobiologia del M.A.F. per effettuare per qualche settimana delle esercitazioni di chimica talassografica e di spettrofotometria; il dott. Cesare Pozzo, assistente del prof. Antonio Marussi ordinario dell'Università di Trieste, per esperienze di tarature con l'interferometro Michelson; il dott. Adrian Steleanu dell'Accademia delle Scienze di Berlino, per ricerche di fotometria marina, il prof. Armando Faganelli, il quale unitamente ai borsisti ed agli assistenti volontari ha effettuato particolari ricerche nel settore della fisico-chimica del mare, partecipando in parte (Faganelli, Bregant e Brautti) alle crociere A.G.I. nel Tirreno.

6) L'attività didattica e scientifica del personale laureato è stata la seguente: prof. Mario Picotti, corso di Chimica generale ed inorganica con elementi di organica presso la locale Università (per incarico); prof. Silvio Polli, corso di Fisica terrestre (per incarico).

I proff. Picotti e Polli hanno partecipato, a Trieste, ai lavori della Commissione geodetica italiana ed a Genova al V Convegno di geofisica e meteorologia; il prof. Polli inoltre ha presenziato al II Congresso internazionale di climatologia alpina a Saint Vincent.

Il prof. Picotti, unitamente al prof. Carlo Maldura (delegati ufficiali per l'Italia) hanno preso parte, a Bergen, ai lavori della 45ª Riunione del "Conseil Permanent pour l'exploration de la mer,, ed al VII Convegno dell'Associazione Geofisica Italiana, a Roma.

Il dott. Brautti e la dott. Chierago-Meng hanno riferito al Convegno nazionale di spettroscopia, a Varese, sulle loro ricerche spettrografiche compiute nell'Istituto.

In tutti i congressi, i partecipanti dell'Istituto hanno portato il contributo dei loro studi, presentando ovunque delle relazioni, che sono state inserite per la stampa negli Atti delle rispettive riunioni.

RELAZIONE

SULL'ATTIVITÀ DEL LABORATORIO CENTRALE DI IDROBIOLOGIA DURANTE L'ANNO 1957

CARLO MALDURA

Le ricerche compiute dal Laboratorio Centrale di Idrobiologia durante il 1957 nel campo della biologia della pesca in mare sono state indirizzate, in primo luogo, al proseguimento delle indagini sui banchi di pesca dell'arcipelago toscano di cui si è già dato notizia nelle precedenti relazioni.

Come si è detto, lo scopo principale di queste indagini consisteva nell'effettuare, con mezzi adeguati, uno studio biologico, ecologico ed etologico di alcune specie ittiche più importanti dal punto di vista economico, in modo di arrivare a fare il punto sulla situazione della pesca a strascico in quella zona di mare.

Il lavoro compiuto nell'anno considerato è consistito in una serie di crociere mensili effettuate da Matta, in collaborazione coi tecnici del Laboratorio di Idrobiologia, durante le quali è stato possibile raccogliere una ricca messe di dati e di osservazioni del massimo interesse circa le condizioni biologiche di questo mare.

In particolare la maggiore attenzione è stata rivolta allo studio della distribuzione geografica e della biometria di otto specie di pesci più importanti e cioè: *Gadus capelanus*, *Micromesistius poutassou*, *Pagellus erythrinus*, *Boops boops*, *Mullus barbatus*, *Trachurus trachurus*, *Spicara smaris* e *Arnoglossus laterna*.

Da un esame preliminare, e solo orientativo dei risultati, si può già intravedere la necessità assoluta di addivenire a una regolamentazione razionale dello sfruttamento di questi banchi di pesca allo scopo di salvaguardare, soprattutto in certe zone, la cattura degli stadi giovanili delle suddette specie.

A parte qualsiasi altra considerazione che potrà essere tratta solo al termine della crociera e della elaborazione di tutti i dati raccolti, sono da ricordare anche le numerose osservazioni di carattere fisico e chimico effettuate in quelle acque, che formeranno oggetto di una trattazione a parte.

Della biologia della *Sardina* si è occupato il Sommani il quale tra l'altro si è proposto di individuare le zone di raccolta delle sardine adulte (di oltre tre anni) in molte località del Tirreno. Su questo argomento già una prima nota è stata pubblicata; ma le osservazioni verranno proseguite ed ampliate nel prossimo anno.

Riguardo alle ricerche planctoniche in mare la Cannicci ha iniziato un ampio studio sulla distribuzione dello zooplancton nelle regioni costiere italiane, dedicandosi in particolare all'esame del materiale raccolto nel golfo di Taranto e di quello proveniente dalle accennate crociere effettuate nell'arcipelago toscano.

Questo studio, che ovviamente richiede una adeguata protazione nel tempo allo scopo di considerare varie località e gli andamenti stagionali, verrà proseguito nell'anno venturo.

Allo scopo di fare il punto sullo stato attuale del problema riguardante la produzione organica del mare, con particolare riferimento al Mediterraneo, è stato dato incarico a De Angelis di effettuare una rassegna la più ampia possibile di tutte le notizie su tale argomento, lavoro che De Angelis pubblica nel presente numero del Bollettino.

In esecuzione del programma già tracciato negli anni precedenti riguardante la biologia delle acque salmastre del Pontino, Ferrero e Milo, esaurito lo studio del lago di Paola, hanno iniziato l'esame delle condizioni fisiche, chimiche e biologiche dei laghi di Monaci e Caprolace.

Anche il lago salmastro di Patria viene studiato sotto l'aspetto fisico da Milo e per la parte zooplanctonica da Cannicci.

Per quanto riguarda l'idrobiologia dell'ambiente dolce Sommani ha preso in esame le caratteristiche eco-etologiche della trota iridea in relazione ai ripopolamenti dei corsi d'acqua montani.

In particolare si è potuta osservare l'incompatibilità da parte della trota iridea di convivere con la *fario*, ma si è potuto mettere in evidenza la sua possibilità di acclimatazione in zone di alta montagna a quote superiori di dove vive la *fario*.

Tra le attività del Laboratorio di Idrobiologia che rientrano nei suoi compiti istituzionali, è proseguita nell'anno considerato la normale consulenza in materia di pesca e idrobiologia e il normale lavoro di perizie sui prodotti della pesca conservati.

Nel Laboratorio stesso sono state svolte, come di consueto, le esercitazioni pratiche per gli studenti del corso di Oceanografia tenuto dallo scrivente presso l'Università, come pure è stata offerta ospitalità a laureandi per l'elaborazione di tesi sperimentali in materia di Idrobiologia.

RICERCHE NEL LAGO DI ORTA

MARIO PICOTTI

ISTITUTO SPERIMENTALE TALASSOGRAFICO - TRIESTE

Premessa

La brutta avventura dello spopolamento ittico delle acque del lago d'Orta ha promosso per troppi decenni lunghe discussioni e numerose pubblicazioni. Le une e le altre mi hanno indotto ad interessarmi dell'argomento e nel 1953 volli indagarne le cause, esaminandole dal punto di vista chimico, pur tenendo conto degli studi già effettuati ripetutamente e nell'intento di poter precisare meglio le condizioni fisico-chimiche cusiane in dipendenza di una immissione di scarichi industriali, per i quali soltanto recentemente, con l'applicazione di moderni procedimenti, sarà prevedibile il lento ripristino dell'habitat lacustre (1).

Le nostre ricerche, come si dirà in seguito, ebbero inizio nel giugno 1953 e sono riferibili a tre brevi periodi di osservazione: 1953-1955. Complessivamente esse richiesero circa due settimane di permanenza e soltanto 41 ore di navigazione lacustre!

Alla raccolta dei saggi d'acqua parteciparono con perizia ed interessamento la dott. Nidia Chiarego-Meng ed i tecnici dell'Istituto Sperimentale Talassografico di Trieste geom. S. Menin ed E. Rovis; il motoscafo scelto si prestò bene ad una felice sistemazione degli strumenti di bordo, con il gentile consenso del suo proprietario Urani Mario.

Alle laboriose ricerche di laboratorio attesero, con la consueta perizia, la dott. Chiarego-Meng per la spettrofotometria cuprica e la spettroscopia dei residui, la dott. Maria-Silva Prendini-Forti per le titolazioni complessometriche ed il capotecnico dell'Istituto Mario Menin per le analisi dell'ossigenazione residui delle acque e correzioni delle temperature rilevate con i termometri al rovesciamento.

Mi è pure particolarmente gradito esprimere il mio più cordiale ringraziamento al prof. Vittorio Tonolli ed alla sua gentile signora prof. Livia Pirocchi-Tonolli, i quali seguirono queste ricerche con cordiale, ospitale appoggio presso l'Istituto Italiano di Idrobiologia « dott. Marco de Marchi » di Pallanza, nel quale sotto la attuale direzione del prof. Tonolli è attivo un centro di primo piano di studi limnologici.

(1) Un controllo delle acque di scarico dello stabilimento Bemberg eseguito il giorno 29 maggio 1958 diede, all'analisi spettrofotometrica, un contenuto in rame di $54 \gamma l^{-1}$, cioè meno di quanto non ne contenessero le acque del lago nel triennio 1953-1955, ad avvenute diluizione e diffusione degli scarichi nel lago.

Notizie generali riassuntive e bibliografiche sul lago d'Orta

Il lago d'Orta, il Cusio dei romani, è il bacino più occidentale nella numerosa serie dei laghi prealpini dell'Italia settentrionale. Il punto centrale di figura del lago, corrispondente alla massima profondità riscontrata nel corso di queste ricerche, ha le coordinate: long. ovest 4° 03' Monte Mario, lat. nord 45° 50,4'. Il livello medio del lago si trova a m 290 sul mare, ed è quindi, per altezza delle acque, il secondo, seguendo il lago d'Idro, con m 368 sul l.m.m.

Anche alla profondità massima di m 145, tutto il bacino del lago d'Orta viene a trovarsi per oltre m 100 sopra il livello marino (fig. 1).

L'orientamento del lago ha una direzione prevalentemente da nord verso sud, con leggero ripiegamento verso SE, nel bacino meridionale; l'emissario, il torrente Nigoglia, scorre verso nord, con deflusso invertito contrariamente a quanto si verifica negli altri laghi subalpini: « La Nigulia la v'è in su e la legg la femm nù » (dal dialetto omegnese).

Il lago ha una lunghezza di circa km 13,5 lungo la linea mediana (Talweg) e circa km 2,5 in linea retta da Omegna a Buccione. La sua larghezza varia da km 0,5 a 2,5 con una superficie di km 18,5 rispettivamente km 18,07, escludendo l'isola di S. Giulio, di fronte all'abitato principale del lago: Orta. La superficie è circa un sesto di quella del corrispondente bacino imbrifero.

Il lago, scavato nella roccia in posto, rappresenta, secondo i geologi Parona, Sacco, Gherlach ed altri studiosi della regione, un'incisione dovuta

a fenomeni di erosione glaciale (ramo destro del ghiacciaio pleistocenico ossolano) che hanno eroso profondamente, specialmente nei gneis e nel granito.

Sulla riva occidentale, ad un affioramento di porfirite presso Omegna si susseguono le formazioni prima dei gneis fino a Ronco e poi, fino a Pella quella del granito di Alzo; tutta la parte meridionale del lago è circondata da rilievi morenici, fra i quali si erge il grosso spuntone di porfido di Torre del Buccione. A nord di Orta ricompare sulla riva orientale la formazione dei gneis, accompa-

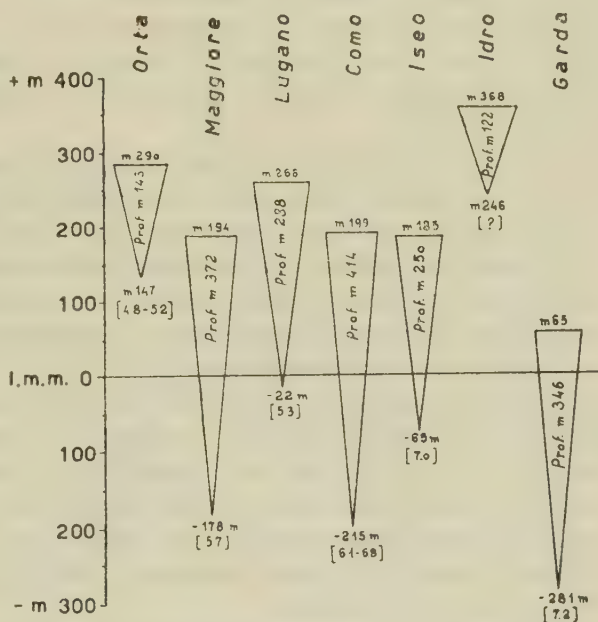


FIG. 1.

gnata presso Borca anche da micascisti. L'ultimo tratto della riva orientale da Borca ad Omegna, è formata dal granito di Baveno.

Alle coperture moreniche è certamente legata la flora, a volte veramente lussureggiante, che si ammira lungo le rive, specialmente nelle località meglio riparate dai venti settentrionali; ben a ragione tale oasi venne chiamata all'antico « Hortus clausus ».

Il lago viene alimentato da un ristretto bacino imbrifero di circa km² 116; numerosi torrentelli scorrenti da questa zona sfociano lungo le rive orientale ed occidentale del lago. Manca pertanto un corso notevole d'acqua d'alimentazione e questa particolarità, come si avrà occasione di ripetere in seguito, conferisce alle acque del lago d'Orta delle caratteristiche fisiche e chimiche particolari. Secondo la tradizione locale, ricordata anche dai primi studiosi del lago: il conte Marozzi della Rocca, il Pavese ed il De Agostini, esisterebbero nella zona meridionale, fra Buccione ed Imolo, ad est, ed in prossimità di Pavesio, ad ovest, alcune sorgenti sul fondo del lago. Ad onta del bacino imbrifero piuttosto limitato, il lago ha subito più volte rapide variazioni di livello (anche di m 3).

L'emissario, il torrente Nigoglia, ha una lunghezza di appena km 1 e versa le sue acque a nord di Omegna, nel torrente Strona affluente del Toce.

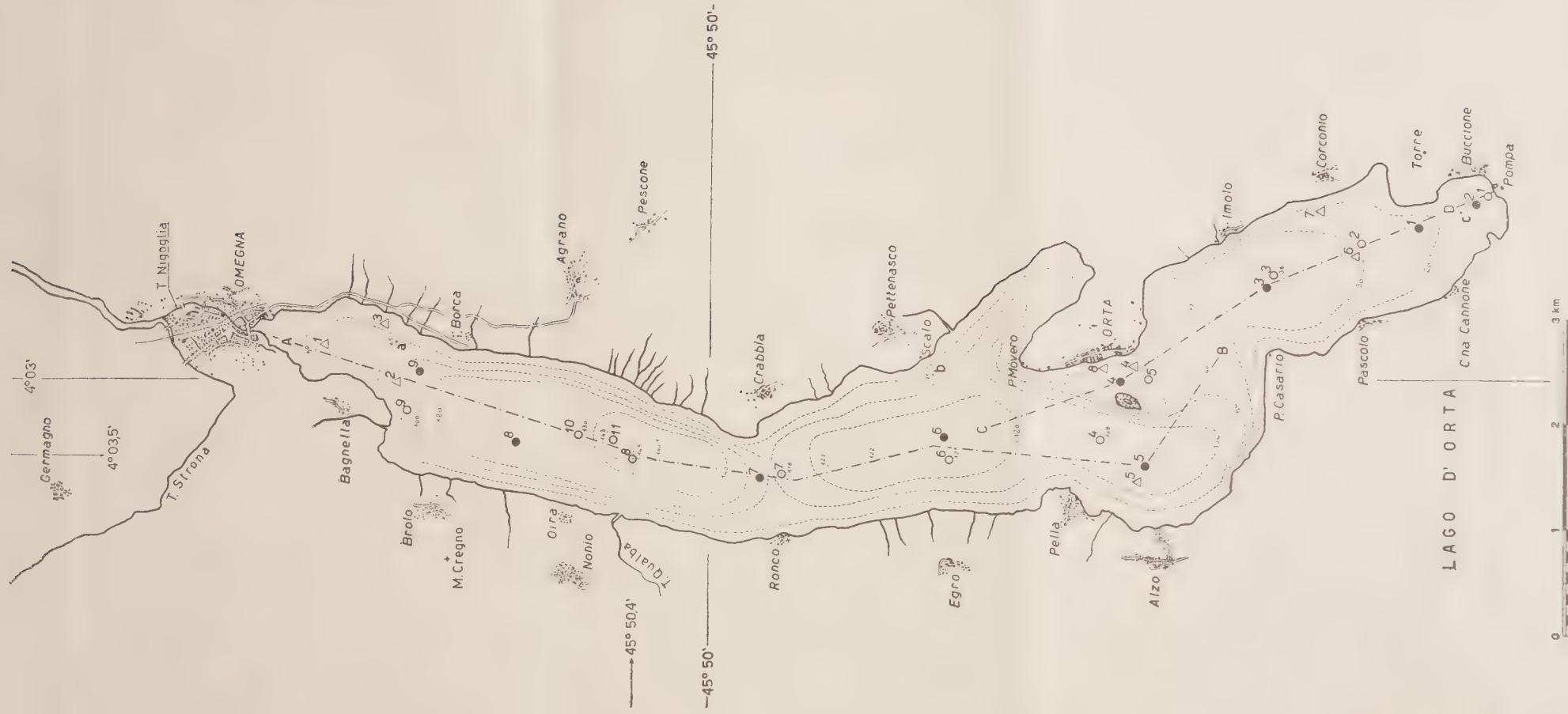
La portata del Nigoglia era molto modesta e variabile nel passato, in dipendenza quasi immediata delle precipitazioni atmosferiche del bacino. Attualmente il lago d'Orta ha assunto il carattere di un serbatoio sostenuto e regolato in modo da assicurare al Nigoglia un deflusso pressochè costante intorno ai tre m³/sec.

Considerato l'afflusso meteorico di circa m³ 12×10^6 , corrispondente ad una precipitazione annua variabile fra mm 1600-2000 si avrebbe, secondo i dati dell'Ufficio Idrografico del Po e riferiti al periodo 42-47, un coefficiente di deflusso di 0,97. Con un volume globale delle acque del lago di circa m³ 1.3×10^9 sarebbe pertanto necessario un periodo di ben 11 anni per un rinnovamento totale dell'acqua, nella premessa però che ciò fosse possibile. In realtà il ricambio interessa soltanto gli strati superficiali, date le caratteristiche termodinamiche delle acque di profondità.

Un primo studio batimetrico del lago è stato fatto dal Pavese negli anni 1883-84, ma un dettagliato rilevamento morfologico lo dobbiamo a G. De Agostini, il quale operando con uno scandaglio a filo metallico e non con sagolo di canapa come il Pavese, rilevò esattamente la morfologia del bacino, riscontrando sull'allineamento Nonio-Pescione la profondità di m 143. Questa profondità venne rilevata alla stazione 11 nella III serie delle nostre misure; essa venne però superata di due metri, poco più a sud, alla stazione 8 della III serie.

Le poche misure anteriori a quelle del De Agostini hanno scarso valore, a motivo della loro imprecisione.

Attualmente il lago è costituito da tre bacini, con la profondità massima in quello settentrionale di m 145, con m 125 di fondo nel bacino centrale e con scarsi m 40 di profondità in quello meridionale, ove, in prossimità di Buccione, l'acqua ha poco più di m 10. L'andamento delle curve batimetriche fondamentali sono rilevabili dalla tavola 1.



- △ 1ª Serie - giugno 1953
- 2ª Serie - agosto 1954
- 3ª Serie - aprile 1955

Tav. I

4° 03' ovest M.M.

Il De Agostini nella sua monografia sul lago d'Orta comunica anche alcune osservazioni termometriche eseguite in varie epoche stagionali. Dalle misure molto precise, eseguite con termometro a rovesciamento e che verranno poste a confronto con quelle da noi raccolte, si manifestano le stratificazioni termiche estive, gli strati di salto e la quasi perfetta omotermia invernale.

Secondo la classificazione Forell il lago sarebbe del tipo « tropicale ».

Il De Agostini ha eseguito anche misure di trasparenza delle acque con il disco Secchi (bianco), osservando un limite di visibilità da m 8 a 12 a seconda dell'epoca e dell'intensità di vita organica nelle acque.

Uno studio monografico molto importante è stato compiuto dalla prof. Gina Monti-Stella, successivamente alla prima immissione di rifiuti industriali, avvenuta nel 1927, ed in seguito alla profonda modificazione verificatasi nella fauna biologica del lago.

Nei sopralluoghi effettuati dalla Monti e dai suoi allievi negli anni immediatamente successivi al '27, oltre alle numerose e importanti ricerche biologiche, vennero fatte pure osservazioni di ordine fisico-chimico, specialmente nella parte meridionale del lago, alla Cascina Cannone ed a nord della Punta Mòvero. Le acque del lago lasciano un residuo molto piccolo, intorno ai 5 centigrammi/litro (110°), mentre i torrentelli, che specialmente lungo la sponda occidentale alimentano il bacino, danno un residuo quasi doppio. Le acque prive di ammoniaca e nitriti contengono delle tracce di nitrati e cloruri, con un pH variabile da 7.2-8.2-8.4, a seconda della località; le acque danno reazione positiva per Fe^{+2} e Fe^{+3} . Nelle acque di Buccione e nei fanghi del fondo marino, la Monti ha rilevato positiva anche la reazione per il rame. Per tale ragione ella attribuisce a questi scarichi industriali il declino biologico del lago, il quale, con un allarme lanciato prontamente nel 1930, ammoniva, che il lago si avviava a diventare un bacino deserto e sterile.

Uno studio monografico più recente è stato fatto dal prof. Baldi, già direttore dell'Istituto Italiano di Idrobiologia di Pallanza. L'opera monografica riporta una serie di osservazioni molto importanti, compiute nel periodo 1946-47, con determinazione della temperatura, ossigenazione, anidride carbonica, pH, durezza e alcalinità delle acque. Tali risultati verranno discussi in seguito, insieme a quelli raccolti nelle osservazioni '53-55.

La monografia del prof. Baldi riporta naturalmente numerose ed importanti osservazioni biologiche, con un controllo del lago per un ventennio ('28-48). Il risultato di queste ricerche biologiche conferma la dolorosa constatazione della scomparsa del limnobiota pelagico, mentre nel triennio di queste ricerche, soltanto in qualche singola località, in prossimità della costa, si è potuto osservare qualche limitato insediamento biologico di fondo.

Nella monografia del Baldi vengono riportati pure i dati di alcune ricerche inedite del Bachmann, conservate nell'Istituto « De Marchi » di Pallanza (*).

(*) A lavoro ultimato è stata distribuita una memoria di C. CORBELLA e V. e L. TONOLLI sui *Sedimenti del Lago d'Orta*, testimoni di una disastrosa polluzione cupro-ammoniacale « Memorie Ist. Ital. Idrobiologia di Pallanza, 1958 ». Dei risultati di queste ricerche sarà fatto riferimento nella prossima pubblicazione del Lago d'Orta.

Metodi di ricerca

Le ricerche nel lago d'Orta ebbero luogo utilizzando le imbarcazioni disponibili sul posto, ad Omegna e ad Orta.

Durante la prima serie di misure del '53, venne noleggiata una piccola imbarcazione a remi, senza particolari sistemazioni di bordo per la discesa degli strumenti, adoperati in quelle ricerche. Ma nelle due serie di misure del 1954-55 venne impiegato invece il motoscafo del sig. Urani Mario, il quale non soltanto ha consentito che sullo stesso venissero sistemati una gruetta ed un verricello con m 200 di sagola d'acciaio da mm 4, ma ha facilitato, con generoso interessamento, tutte le operazioni sul lago, mettendo pure a disposizione un magazzino, in prossimità del pontile, per la conservazione del materiale scientifico nelle giornate di ricerca. La manovra del verricello avvenne naturalmente a mano. Il motoscafo, spazioso, utilizzato normalmente per il trasporto dei forestieri da Orta all'Isola di S. Giulio, ha consentito di sviluppare le varie misure con notevole comodità e rapidità.

La raccolta dei saggi d'acqua e le misure di temperatura vennero fatte a mezzo di bottiglie Ekman, sulle quali erano stati sistemati due termometri a rovesciamento del tipo Richter & Wiese, di grande precisione e controllati in precedenza all'Istituto talassografico di Trieste. La consueta correzione dei valori rilevati a bordo sulle scale dei due termometri a rovesciamento ed immediatamente dopo l'emersione dello strumento, ebbe luogo poi in laboratorio, applicando il noto metodo di calcolo. La media delle temperature corrette dei due termometri corrisponde al valore trascritto nelle tabelle.

La determinazione dell'ossigeno venne eseguita con il solito metodo di Winckler. I campioni raccolti venivano conservati in cassette metalliche divise in settori, contenenti acqua del lago, con le bottiglie capovolte. La determinazione dell'ossigeno, fissato sul posto con l'aggiunta dei reagenti prescritti, venne eseguita successivamente all'Istituto, a Trieste. La conservazione delle bottigliette capovolte e immerse nell'acqua, assicura che nell'intervallo di tempo fra la raccolta del campione, l'immediata aggiunta della soluzione di cloruro manganoso acido per acido cloridrico e della soluzione di soda caustica iodurata e la determinazione in laboratorio dell'equivalente in iodio liberato, non si sieno verificate alterazioni nel primitivo contenuto in ossigeno del campione. A seguito delle analisi effettuate in laboratorio, il contenuto in ossigeno venne espresso in cm^3/litro e, tenuto conto della temperatura ambiente del lago, venne calcolata l'ossigenazione relativa.

La misura del pH ebbe luogo contemporaneamente, per via colorimetrica, usando quali indicatori bleu di bromotimolo, rosso fenolo e rosso cresolo. La scala colorimetrica di confronto venne controllata in laboratorio con misure potenziometriche.

Singoli campioni d'acqua vennero conservati in bottiglie di vetro Jena, per la determinazione in laboratorio del residuo globale, della durezza e delle percentuali in calcio e magnesio. I valori del residuo secco si riferiscono al litro d'acqua, con residuo essiccato a 180° e successivamente alla temperatura del rosso cupo.

Per la determinazione del calcio e del magnesio venne usato il metodo dei complessioni secondo Schwarzenbach, con gli indicatori Eriocromo *T* e Muresside, ed il sale bisodico dell'acido etilendiamminotetracetico.

La durezza dell'acqua è stata determinata secondo V. Wartha e J. Pfeifer, confrontando i risultati con quelli derivati dal metodo analitico di Schwarzenbach.

Ma lo scopo principale di queste ricerche nel lago d'Orta era la raccolta di campioni d'acqua per la determinazione del rame contenutovi. Venne perciò adottato l'uso della bottiglia Ekman, costruita in bronzo e adoperata invece dell'apparecchio ideato e costruito in questo Istituto. Questo dispositivo consta di fialoni in vetro Jena, di circa 600 cc., che vengono aperti alla quota desiderata per rottura di una estremità sfilata. La preparazione dei tubi vuoti ha avuto luogo, naturalmente, in laboratorio. A seguito di un accurato lavaggio i tubi vengono essiccati, riempiti con anidride carbonica per scacciare l'aria, fatto un vuoto molto spinto (circa mm 10^{-3}) e chiusi alla fiamma. La figura 2 riproduce l'affusto sul quale vengono fissati i tubi per l'immersione e la forma dei fialoni del diametro di mm 55 a pareti normali per profondità non superiori ai m 50 e del diametro di mm 50, a pareti rinforzate, per profondità maggiori. Portati in superficie, i tubi vengono sigillati con un tubetto di gomma e conservati verticalmente.

In laboratorio il contenuto dei fialoni venne filtrato in un pallone tarato da 500 e l'acqua concentrata a circa 100 cc. Su questo campione venne poi eseguita la determinazione del rame, applicando il metodo al dietilditiocarbammato sodico, con la tecnica già descritta in precedenti lavori. La determinazione ebbe luogo naturalmente con uno spettrofotometro. I risultati ottenuti nelle tre serie di misure sono raccolti nelle tabelle alle pagg. 148-158,

Durante la prima serie del giugno '53 vennero eseguite otto stazioni (vedi tavola 1), con misure approssimate di temperatura, rilevata con un termometro a pozzetto, calato a mano. I sette saggi d'acqua vennero prelevati con una bottiglia normale, convenientemente zavorrata e calata a due metri di profondità, dalla quale un tappo di sughero veniva sollevato, per strappamento, a mezzo di una funicella. Questo mezzo primitivo aveva uno scopo di indagine preliminare però, come si dirà in seguito, si poté constatare che tutti i campioni contenevano rame.

La seconda serie di studi ebbe luogo nell'agosto '54, con una attrezzatura molto più completa ed usando un motoscafo più comodo. Vennero eseguite nove stazioni con misure di temperatura, ossigeno disciolto, pH, concentrazioni in rame ed alcune determinazioni del residuo totale.

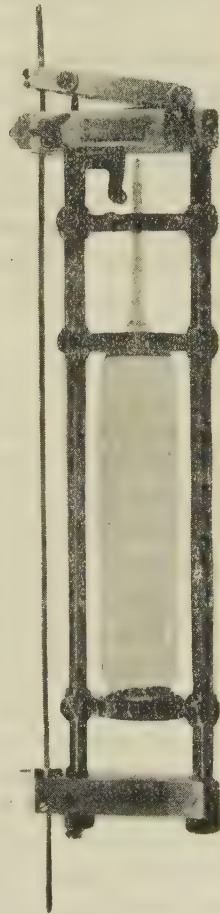


FIG. 2.

La terza serie venne fatta nell'aprile del '55 con 11 stazioni nel lago d'Orta e con il prelevamento di alcuni campioni nei torrenti Strona a monte di Ome-gna, nel Nigolia, nel fiume Toce e nel lago Maggiore, lungo l'allineamento Fondo Toce-Isola Madre. Questi campioni sono stati raccolti allo scopo di determinare l'espansione del rame dal lago d'Orta nel lago Maggiore.

Durante questa serie di osservazioni vennero compiute misure, e successive analisi in laboratorio, riguardanti la temperatura, l'ossigeno disciolto, il pH, il contenuto in rame, il residuo totale, il contenuto in calcio e magnesio e la durezza delle acque. Complessivamente le osservazioni fatte corrispondono a circa 150 quote di rilevamento a tutte le profondità, dalla superficie sino a m 140.

In tutte le stazioni le misure erano precedute da uno scandaglio. I dati di profondità osservati corrispondono con grande precisione ai rilievi batimetrici eseguiti dal De Agostini, soltanto alla stazione 8 tris venne misurata la profondità di m 145, la quale dovrebbe rappresentare, almeno nelle misure finora eseguite, il punto più profondo del lago.

Contemporaneamente alle osservazioni di carattere fisico e chimico ebbero luogo osservazioni di penetrazione della radiazione globale e filtrata alle diverse profondità. I risultati di queste ricerche saranno comunicati in seguito, dal prof. Polli.

La temperatura delle acque

Le misure della temperatura delle acque del lago d'Orta, alle varie profondità, vennero eseguite parallelamente ad altre ricerche di ordine chimico e quindi soltanto nelle stazioni prestabilite per la raccolta dei saggi d'acqua.

Anche lo studio di queste pur limitate osservazioni termometriche è risultato però interessante, particolarmente se confrontato con altre misure di notevole precisione, per quanto di antica data, del De Agostini (1894-95) e con la serie mensile del Baldi, raccolta fra l'inverno del '46-47 e quello successivo del '47-48. Da tutte queste osservazioni si rileva, per il lago d'Orta, costantemente ed in tutte le stagioni una stratificazione termica « diretta ».

La mineralizzazione delle acque del lago è molto tenue, come si desume dalle determinazioni del residuo secco; la densità aumenta con la profondità per effetto della temperatura decrescente (mai però inferiore ai 4°) in aggiunta naturalmente all'effetto per compressione adiabatica. Con acque pure come quelle del lago d'Orta, la variazione della temperatura rispecchia fedelmente l'andamento termico dei singoli strati d'acqua. In tali condizioni ed in un bacino discretamente profondo come questo, i movimenti convettivi sono molto limitati e quelli advettivi interessano soltanto gli strati superiori, in rapporto alla agitazione dell'acqua per cause di origine atmosferica.

Tale bacino si presta quindi ottimamente allo studio delle stratificazioni termiche in funzione delle varie radiazioni assorbite. La trasmissione termica per conduzione molecolare è praticamente trascurabile e quindi il riscaldamento delle acque, che ha luogo nel corso della primavera e dell'estate, dipende quasi esclusivamente dall'assorbimento delle radiazioni solari e del cielo. Esso non

risulta nel suo effetto globale omogeneo alle varie profondità, ma vi si verifica uno strato superficiale « epilimnio » con forte incremento termico nella fase di riscaldamento ed uno profondo « ipolimnio », nel quale l'incremento termico, rispettivamente le temperature, presentano un'escursione annua molto ridotta. I due strati sono separati da una zona di salto (metalimnio).

Le perdite di energia degli strati superficiali per l'aria fredda circostante non trovano, in autunno, compenso nelle radiazioni globali assorbite. A queste perdite si aggiungono poi anche quelle per agitazione più intensa delle acque e per effetto dell'evaporazione superficiale. Un equilibrio si stabilisce piuttosto in profondità, in un piano neutro, nel quale viene raggiunta una compensazione termica fra acquisto e perdite globali.

Dai grafici delle figure 3 e 4 si può rilevare l'andamento della temperatura in funzione della profondità e delle singole epoche stagionali, dalle misure di De Agostini, Baldi e Picotti.

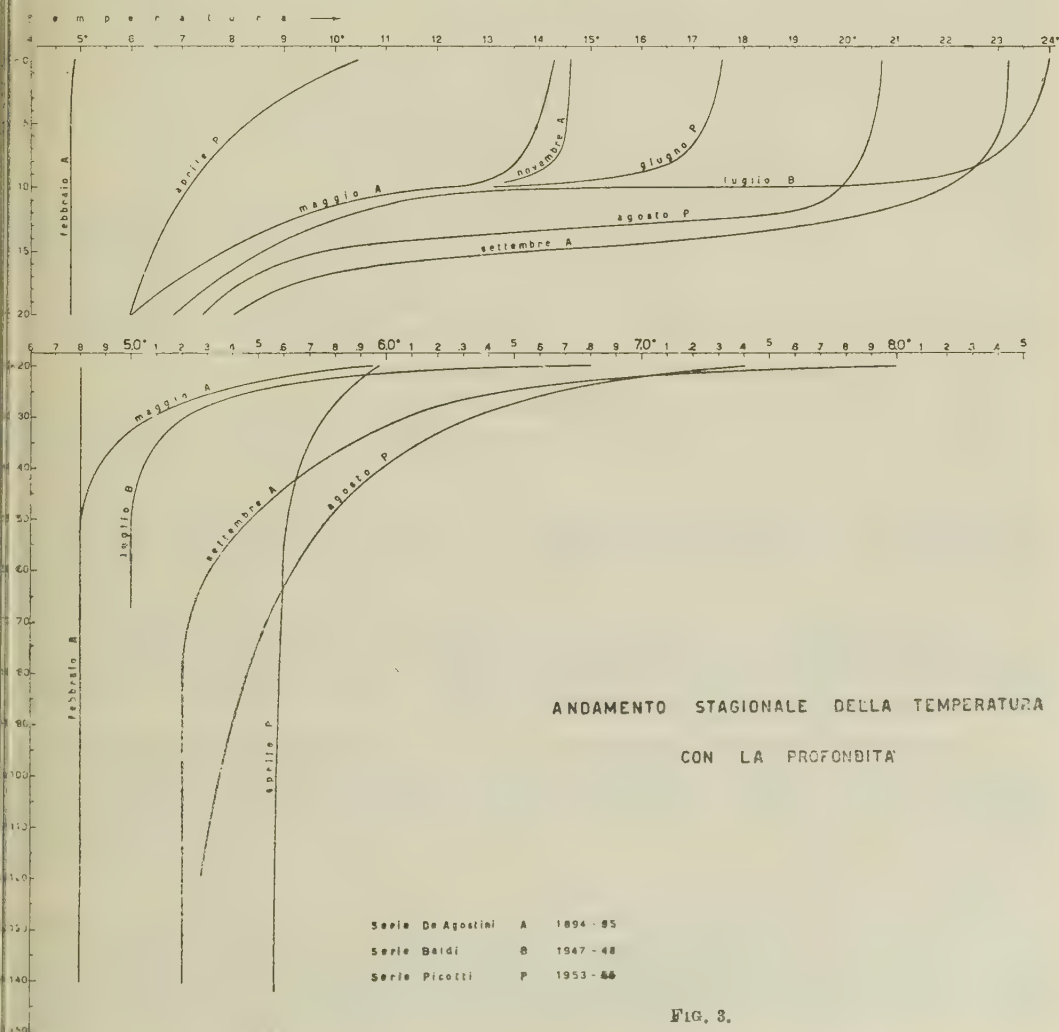


FIG. 3.

In gennaio la condizione delle acque alle varie profondità è isoterma e la temperatura scende poco sotto i 5°; il lago è in fase di uniformità. Nella figura 1 alla pag. 127 le parentesi [] indicano le temperature minime osservate verso il fondo di alcuni laghi dell'Italia settentrionale; i valori più bassi si hanno nel lago d'Orta, il quale manca di un vero e proprio immissario e mantiene perciò acque di profondità molto tranquille. Verso la fine di marzo, e più ancora in aprile, ha inizio il riscaldamento primaverile, sensibile nello strato dei primi venti metri. Tale riscaldamento si accentua nei due mesi successivi, ed il lago passa nella fase di stratificazione termica. All'inizio della primavera l'aumento di temperatura è particolarmente rilevante nei primi m 10; a questa profondità, già in maggio, ma molto più nel corso dei mesi estivi, si manifesta lo strato di salto, che varia anche di 10 centigradi nell'intervallo corrispondente ad uno spessore d'acqua di circa due metri. Nel corso dell'estate, e cioè da giugno a settembre, questa zona di salto si estende un po' più in profondità, sino a m 15, sempre con differenze di temperatura di oltre 10°, come se si trattasse di due corpi d'acqua distinti e sovrapposti. In settembre lo strato superficiale comincia a raffreddarsi per diminuzione di radiazione globale assorbita e per incremento della cessione termica all'atmosfera, più fredda dell'acqua. Incomincia così il ciclo inverso: la temperatura dell'acqua oscilla in superficie intorno ai 20° e la zona di salto si attenua rapidamente nel verso del fondo.

Sotto i 20 metri, a febbraio, la temperatura delle acque si mantiene rigidamente stazionaria sino al fondo. Le osservazioni del De Agostini e quelle del Baldi non presentano alcuna differenza per quanto eseguite in epoche molto diverse. In aprile venne osservato un limitato aumento della temperatura intorno ai m 50; il riscaldamento si accentua nel corso dell'estate con un ritmo tanto più lento quanto maggiore ne è la profondità.

Dai grafici *b*), *c*) e *d*) della figura 4 si può rilevare facilmente che in superficie le temperature massime si hanno nel mese di luglio; già a 20 metri di profondità tale massimo è spostato a settembre e sotto i 50 metri la piccola variazione nella temperatura di pochi decimi di grado, raggiunge il suo massimo in ottobre e talvolta anche in novembre. Fra superficie e fondo si ha quindi un ritardo di oltre 4 mesi nei massimi termometrici: i periodi stagionali delle acque profonde si presentano quindi notevolmente sfasati rispetto agli strati superficiali.

Le temperature di fondo osservate nelle tre serie di misure differiscono di pochi decimi; queste minime differenze potrebbero essere imputabili a variabilità dell'andamento stagionale esterno precedente.

L'escursione annua della temperatura, alle varie profondità, è rappresentata dal grafico *a* della figura 4. Nello strato dalla superficie ai 20 metri di profondità, l'escursione diminuisce rapidamente da 19° a 3°, mentre negli strati sottostanti si ha una variazione lenta e regolare, che sotto i m 50 è limitata a pochi decimi di grado.

La serie di osservazioni, come si accennò più sopra, deve ritenersi incompleta nello spazio e nel tempo. Ove si voglia confrontare l'andamento delle curve di temperatura con la profondità, in rapporto alle radiazioni assorbite, non si può ricorrere attualmente a un confronto specifico per le acque del lago d'Orta,

ma è possibile soltanto un confronto con l'andamento termico di altri laghi già studiati (Vercelli) p. es. il lago di Tovel, di Molveno, di Braies e di Ledro dei quali viene qui riprodotta l'escursione annua massima della temperatura, calcolata per le varie profondità (cfr. figura 4 a).

La diversità topografica, morfologica ed ambientale dei cinque laghi considerati, nonché le serie non omogenee di misure, determinano probabilmente

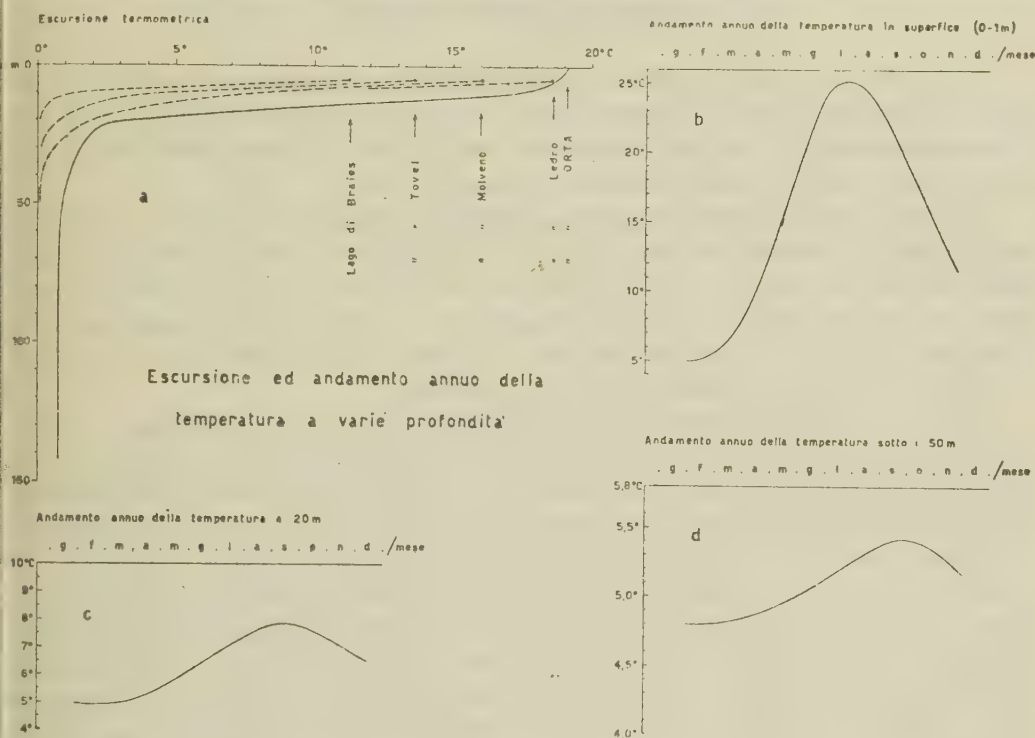


FIG. 4.

il piccolo scostamento delle curve in superficie, le quali hanno però un andamento identico, con il caratteristico strato di salto (Sprungschicht di E. Richter (*) fra i m 10 e i 20.

In acque tranquille, con movimenti molto limitati, quali si hanno nel lago d'Orta, la zona di salto è quindi in armonia con l'assorbimento globale delle varie radiazioni, per le quali la teoria prevede una rapida estinzione negli strati superficiali considerati.

L'accordo fra le radiazioni assorbite e l'effetto termico misurato, si potrà dedurre meglio dalle misure contemporanee sulla penetrazione delle radiazioni globali e filtrate.

(*) Il cosiddetto strato di salto è stato osservato ancora nel 1850 da L. SIMONY: *Die Seen des Salzkammergutes*, « Sitzber. Akad. d. Wissensch. », Vienna, 1850, p. 542. Il RICHTER ne fa la descrizione in: *Die Temperaturverhältnisse der Alpenseen*. « Verh. der IX. Geographentagung », Vienna, 1891, p. 193 e segg. Tale denominazione corrisponde al termoclinio di Birge oppure al Discontinuity-Layer dei limnologi scozzesi. BIRGE: *The Heat Budgets of American and European Lakes*, « Tran-Wisconsin Acad. of Sc. », 18/I, 1918.

I due bacini a nord dell'isola di S. Giulio hanno un andamento termico identico. A sud di Orta, per la minore profondità, le variazioni della temperatura sono leggermente diverse e si fa risentire l'azione del fondo, sul quale probabilmente esercitano un'influenza anche le sorgive già segnalate da qualche autore.

Ossigenazione delle acque

Nel corso del prelevamento dei campioni d'acqua necessari per le tre serie di misure dianzi descritte, ne vennero raccolti contemporaneamente altri per la determinazione dell'ossigeno disciolto; non si fecero invece prelevamenti per controlli di altri gas (azoto, anidride carbonica, ecc.).

Gli studi già antecedentemente eseguiti sull'ossigenazione delle acque del lago d'Orta si possono rilevare dal lavoro della prof. Monti-Stella, la quale, nella stazione di Buccione, ne ha determinato il contenuto e riscontrato nei limiti da mg/litro 9.8 a 11.0 alla temperatura di 11° C, mentre nella stazione effettuata a nord di Orta, i tre campioni raccolti contenevano da mg/litro 8.53 a 10.6 con temperature variabili da 5.4 a 13.0° C.

Una serie più numerosa di osservazioni venne fatta poi dal prof. Baldi, il quale aveva raccolto, dal febbraio 1947 al febbraio 1948, dei campioni per lo studio dell'ossigenazione, in parallelo alle misure di temperatura. Il contenuto in ossigeno trovato è stato sempre superiore a mg/litro 8.0, con piccole differenze fra superficie e fondo, dove spesso si verifica un leggero aumento. Il contenuto di ossigeno disciolto, variabile nel corso dell'anno, presenta un andamento anomalistico intorno ai venti metri e nel bacino meridionale del lago (Buccione), dove l'ossigenazione aumenta talvolta (settembre) verso il fondo. Più a sud però la profondità è molto più limitata e qui vi sono state segnalate delle sorgenti di fondo, che potrebbero influire anche sull'ossigenazione delle acque.

Nel corso delle tre serie d'osservazioni raccolte nel lago d'Orta negli anni 1953, 1954, 1955, le misure di ossigenazione sono state fatte da noi soltanto nella seconda e terza serie.

Nel 1954 i campioni d'acqua vennero presi durante il mese di agosto. Nei due bacini settentrionali l'ossigenazione relativa presentò una stratificazione regolare, con valori decrescenti dalla superficie verso il fondo: oltre il 95% in superficie, circa il 60% a quota m 20, 40% a quota m 50, circa 30% o meno verso il fondo. Nel bacino meridionale invece i valori sono leggermente superiori rispetto ai livelli analoghi delle acque settentrionali. Le curve *a*) e *d*) della figura 5 rispecchiano tale andamento; in questo ultimo grafico (*d*), lo sviluppo della curva si presenta molto più regolare e riproduce la variazione dell'ossigenazione in funzione della temperatura anzichè della profondità.

Nella terza serie di misure dell'aprile 1955, tutti i valori percentuali dell'ossigenazione risultano più elevati rispetto a quelli della serie estiva precedente. Nei due bacini settentrionali, in superficie l'ossigenazione è un po' più bassa, intorno al 90%, però a m 30 abbiamo il 65%, a m 50 il 60% e verso il fondo

Andamento dell'ossigenazione relativa con la profondità e con la temperatura

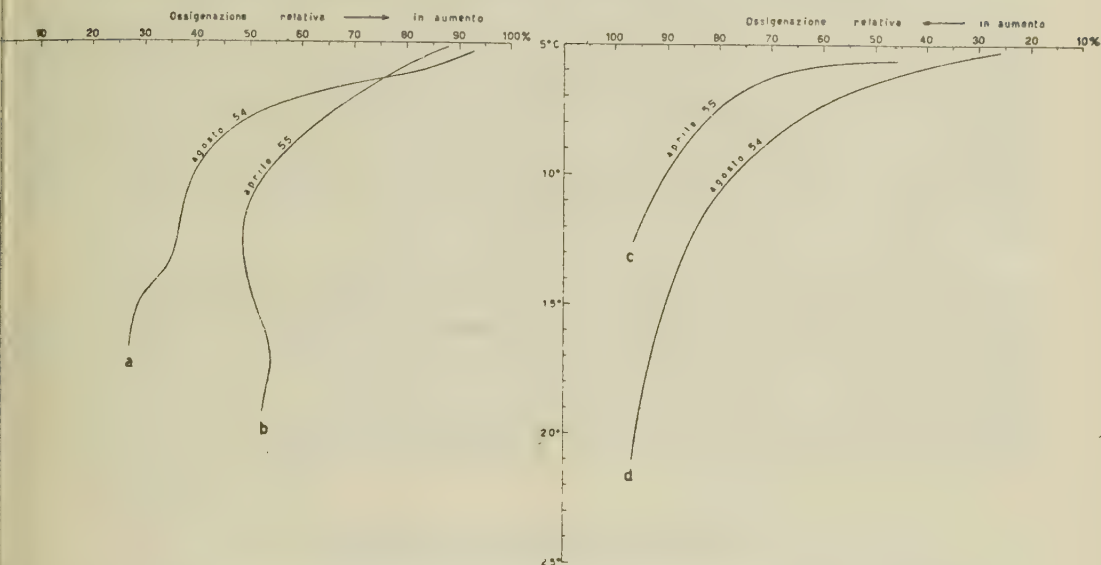


FIG. 5.

l'ossigenazione si mantiene superiore al 50%, fatta eccezione per le acque profonde in prossimità dell'insenatura di Omegna, dove è stata riscontrata una zona con percentuali leggermente inferiori al 50 per cento.

Nel bacino meridionale le percentuali sono quasi uguali. Il grafico b) (fig. 5) illustra la stratificazione osservata lungo l'asse mediano del lago, da Omegna sino all'isola di S. Giulio. La rappresentazione grafica dell'ossigenazione in funzione della temperatura è molto più significativa. Durante il mese d'aprile, a parità di temperatura, l'ossigenazione è più elevata a tutte le quote (fig. 5/c).

La diversità di ossigenazione tra la serie primaverile e quella estiva induce ad ammettere un inabissamento di acque fredde ossigenate, nelle quali l'ossigenazione relativa si mantiene a lungo piuttosto alta. Le acque di fondo con temperature comprese fra i 5° e i 6° C, hanno in aprile un contenuto che va dal 45 al 70%, mentre quelle di agosto, per lo stesso intervallo termometrico, hanno un'ossigenazione relativa oscillante fra il 25 ed il 40%. Questa diversità potrebbe essere indizio di intensificazione dei fenomeni ossidativi durante il periodo di riscaldamento delle acque, in relazione alla caduta di sostanze e detriti ossidabili. Notoriamente, a quelle quote l'ossigeno non si rinnova ma può diminuire o si esaurisce totalmente ed il suo ripristino ad un più alto livello può aver luogo soltanto con una circolazione d'acqua tale da rinnovare il contatto con l'atmosfera.

Anche lo studio delle temperature delle acque più profonde ha messo in luce, come è stato detto al paragrafo precedente, il ritardo stagionale del massimo incremento termico con la profondità, ove già a m 50 la temperatura massima viene raggiunta non prima di ottobre-novembre e, probabilmente, in profondità continua ad aumentare durante tutto il periodo invernale, mentre gli strati superficiali inevitabilmente si raffreddano.

Come è già stato osservato, l'escursione superficiale della temperatura raggiunge quasi i 20 gradi, mentre in profondità è limitata a pochi decimi di grado. Ciò premesso, le acque più ossigenate di aprile potrebbero rappresentare corpi d'acqua di più recente inabissamento, p. es. quelle della stagione precedente e non ancora sfruttate dai vari fenomeni ossidativi, che nella stagione fredda sono praticamente quasi nulli; nel periodo caldo successivo l'ossigeno viene invece consumato dal materiale organico od inorganico proveniente dagli strati superiori e dalla superficie del lago.

Dai risultati raccolti e dalle considerazioni fatte in rapporto alla morfologia del lago d'Orta, vien fatto di consigliare la ripresa di misure dell'ossigenazione con una periodicità mensile ed una distribuzione più vasta sia in superficie quanto in profondità, in quanto il lago d'Orta per le sue caratteristiche morfologiche, fisiche e chimiche, come pure per la disavventura delle sue acque condannate alla povertà biologica, rappresenta un interessante ambiente di studio.

Il contenuto in rame delle acque del lago

Le tre serie di misure fatte nel lago d'Orta nel periodo 1953-54-55 avevano lo scopo principale di stabilire la presenza del rame nelle acque, la sua concentrazione nei tre bacini e quella alle varie profondità.

La prima immissione di residui cuprici industriali ebbe luogo intorno al 1927, con effetto biologico immediato. A seguito di tale constatazione negli anni immediatamente successivi la prof. Monti fece delle ricerche, rilevando che:

« Il lago d'Orta, che fu celebre per la sua ricchezza di pesce, specialmente per le belle trote salmonate, è ormai diventato sterile e deserto. Tutta la flora e la fauna d'alto lago è già completamente scomparsa, ed i pesci, che pur sopportano lunghi digiuni, non sono più in grado di riprodursi e vanno morendo di inanizione. L'estinzione della vita è dovuta all'immissione nel lago dei rifiuti industriali dello stabilimento Bemberg, i quali anche in dosi infinitesimali esercitano un'azione tossica. Questa venne accertata mediante molte e diverse esperienze di laboratorio, che ne hanno dato la prova perentoria ed inconfutabile (16 gennaio 1930) ».

La Monti riscontrò nelle acque notevoli quantità di ferro, imputando tale contenuto ad un eventuale processo di ricupero del rame in soluzione solforica, in presenza di rottami di ferro.

Le acque di rifiuto verrebbero versate nella parte più meridionale del lago, in prossimità di Buccione, ove esiste un canale di scarico. Dall'esame chimico di queste acque di scarico, la Monti rilevò la presenza del rame, che dava una colorazione azzurro-verdognola all'alcool ammoniacale impiegato nelle ricerche.

Alcuni anni dopo, successivamente ad un primo decennio di immissione degli scarichi cuprici, il prof. Baldi intraprese delle ricerche sistematiche nel lago d'Orta, soprattutto per determinare le catastrofiche condizioni biologiche presentate dalle sue acque e riscontrò nei fanghi del bacino meridionale ingenti quantitativi di rame (10% della sostanza secca) e notevole quantità di ferro.

Altre analisi vennero fatte a Zurigo e nell'Istituto d'Idrobiologia di Pallanza. Le acque raccolte a Buccione nell'aprile del 1930, contenevano mg/litro 0,08 di rame, secondo un'analisi fatta al Politecnico di Milano; mentre nell'agosto del 1933 vennero riscontrati mg/litro 0,045 di rame nel bacino meridionale e mg/litro 0,028 a nord. Secondo il prof. Baldi, con una tale concentrazione le acque del lago avrebbero un contenuto in rame disciolto di ben 37 tonnellate, che verrebbe lentamente fissato sul fondo quale carbonato basico. Anche il Bachmann ha espresso l'opinione che il rame sia il solo responsabile della distruzione biologica delle acque del lago.

Il Baldi riferisce inoltre, nella sua pregevole monografia, che alcune analisi sulla sostanza secca ottenuta dalla vegetazione costiera, diedero un contenuto in rame variabile da mg 40 a 736 per chilogrammo di materiale analizzato.

La concentrazione letale (*L*) ed innocua (*I*) del solfato di rame in $g\ l^{-1}$, per alcune specie ittiche, riportata in uno studio di G. Bini, corrisponde ai valori del prospetto seguente:

SPECIE	CONCENTRAZIONE	
	Letale (<i>L</i>)	Innocuo (<i>I</i>)
Trota	0,1	0,00013-0,05
Coregone	0,008	
<i>Salvelinus fontinalis</i>	0,003	
Carpa	0,008	
<i>Carassius auratus</i>	0,01	0,005
Tinca	0,08	
<i>Micropterus</i>		0,002
<i>Umbridae</i>	0,01-0.5	0,2

Da un recente studio del Czerny si rileva che il rame risulta nocivo per i pesci già alla concentrazione di mg/litro 0,63, mentre per le trote la concentrazione letale è dieci volte minore e la soglia di tolleranza corrisponde a circa $g/litro\ 100$.

Nel giugno del 1953, in occasione di una visita all'Istituto d'Idrobiologia di Pallanza, vennero raccolti da noi nel lago d'Orta sette campioni d'acqua, alla profondità di circa m 2, impiegando come mezzo di raccolta una comune

bottiglia di vetro, convenientemente zavorrata e chiusa con un tappo di sughero, che veniva staccato per strappamento, con una funicella.

I campioni così raccolti in punti di osservazione prescelti per la misura della penetrazione delle radiazioni luminose, vennero analizzati nell'Istituto di Trieste, impiegando il noto metodo spettrofotometrico al dietilditiocarbammato di rame, in soluzione di etere acetico.

È noto che la sensibilità di questo metodo è molto elevata, in quanto la determinazione qualitativa è sicura anche con un contenuto assoluto inferiore a 1γ ($1 \gamma = 10^{-6}g$), mentre per concentrazioni superiori a 2γ /litro, la determinazione quantitativa è precisa entro il limite di $\pm 1 \gamma$.

I sette campioni raccolti durante questa prima serie da Omegna sino a Corcogno diedero risultato positivo, con un contenuto variabile da 40 a 93 γ /litro. Le concentrazioni risultano decrescenti da sud verso nord per la profondità di m 2 e precisamente: 92 γ /litro presso lo scarico di Buccione, da 68 a 79 γ /litro alla sezione Orta-Alzo e da 40 a 57 γ /litro nel bacino settentrionale, in prossimità di Omegna.

Questi primi risultati consigliarono di ripetere la prova in un periodo successivo e con un'attrezzatura più corrispondente e tale da consentire la raccolta dei campioni anche in profondità.

La seconda serie venne raccolta nella seconda metà di agosto dell'anno successivo.

L'attrezzatura, trasportata dall'Istituto Talassografico di Trieste ed il suo adattamento a bordo del motoscafo, eseguiti con lodevole perizia dal tecnico dell'Istituto E. Rovis, funzionò ottimamente e consentì di effettuare le misure a tutte le profondità e molto rapidamente, impiegandovi il metodo di raccolta con tubi di vetro ad alto vuoto e sigillati alla fiamma. Lo strumento usato e la tecnica seguita sono descritti in dettaglio in una nota delle pubblicazioni dell'Istituto Sperimentale Talassografico di Trieste.

Nel corso di due giornate, 23 e 24 agosto, in nove stazioni distribuite lungo la linea mediana del lago, furono fatte osservazioni su 40 livelli. Vi vennero raccolti 29 campioni per la determinazione del rame e, contemporaneamente, si fecero pure osservazioni di temperatura, ossigenazione delle acque e concentrazione idrogenionica, già descritte nei capitoli corrispondenti.

Il rame venne riscontrato in tutti i campioni raccolti, da un minimo di 47 γ /litro negli strati superficiali, sino a 126 γ /litro a 120 m di profondità. La concentrazione aumenta in generale con la profondità; è lecito ritenere pertanto che avvenga un inabissamento cuprico con le acque fredde, sino al fondo, sul quale si avrebbero poi reazioni di insolubilizzazione del rame, come si può rilevare dalla fig. 6-a; la freccia sta ad indicare l'incremento della concentrazione cuprica in relazione alla profondità.

In superficie, la concentrazione diminuisce da 70-80 γ /litro nel bacino di Buccione, 55-60 γ /litro alla sezione Orta-S. Giulio-Alzo, per scendere ancora leggermente sotto i 50 γ /litro nel bacino settentrionale verso Omegna.

Sul fondo, da sud verso nord, si riscontrarono, nel corso della serie estiva, oltre 100 γ /litro nel bacino di Buccione-S. Giulio, 126 γ /litro nel bacino

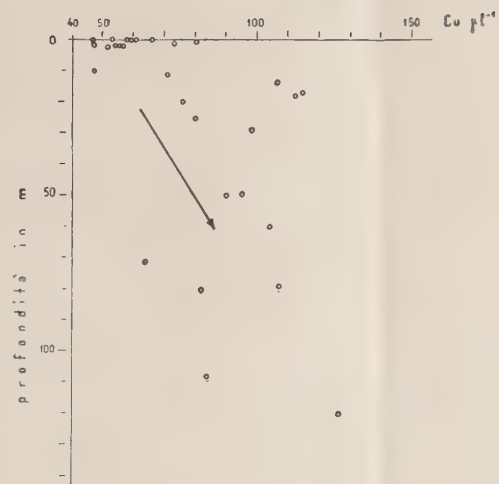


fig. a ~ II' serie agosto 54 Cu/prof.

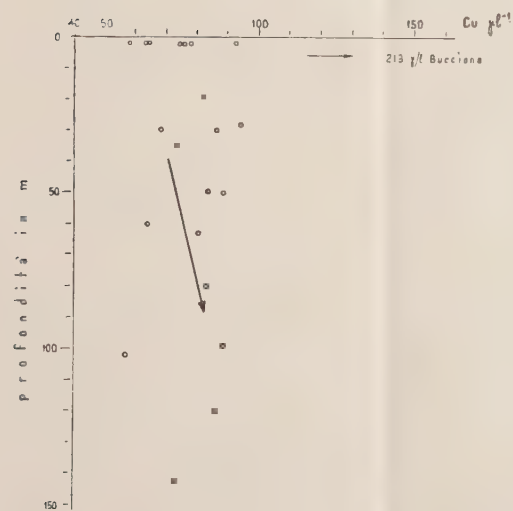


fig. c ~ III' serie aprile 55 Cu/prof.

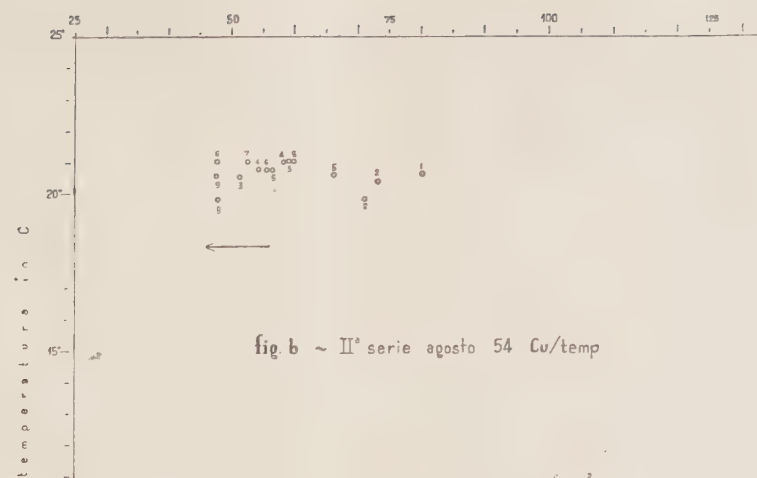


fig. b ~ II' serie agosto 54 Cu/temp

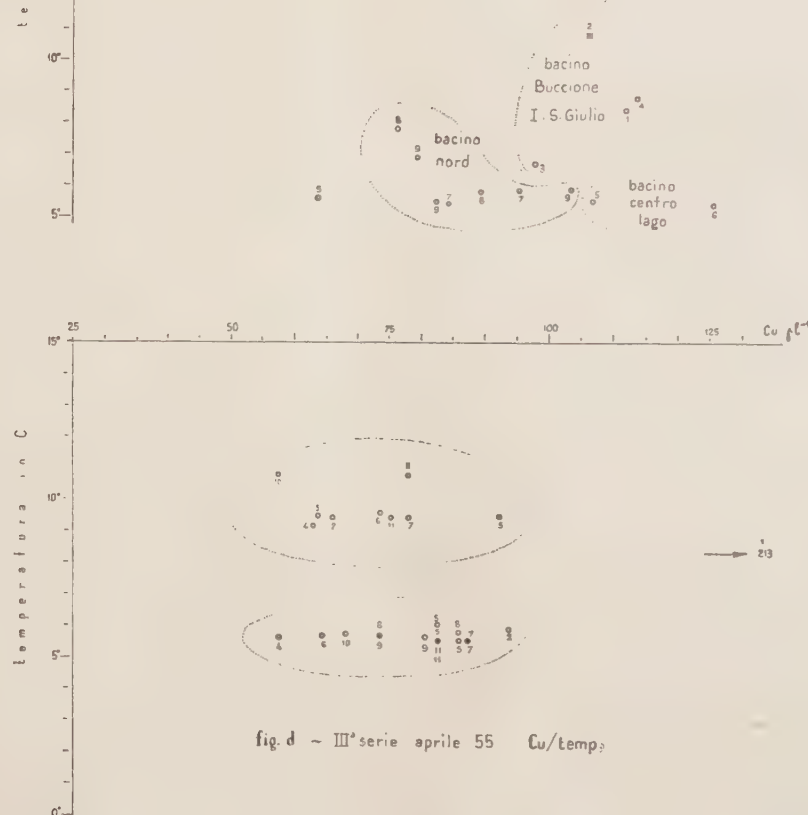


fig. d ~ III' serie aprile 55 Cu/temp

centrale, ed intorno a 82-84 γ /litro in quello settentrionale nel quale lo strato intermedio, prossimo ai m 50 di profondità, palesa valori più elevati e cioè 90-95-104 γ /litro.

Molto significativa è la distribuzione del rame in rapporto alla temperatura: nella fig. 6-b è riportato un grafico che illustra la distribuzione T/Cu : nello strato superficiale, alla temperatura di 20° C, le concentrazioni diminuiscono nel verso della freccia, si diluiscono pertanto da sud verso nord. In profondità (zona di acque fredde) si notano invece concentrazioni elevate diverse, che si aggruppano quasi per bacino.

La terza serie di misure ebbe luogo in aprile e quindi con acque in fase di riscaldamento iniziale. Anche in questa serie si nota un aumento della concentrazione cuprica con la profondità, per quanto un po' meno accentuato che nelle misure estive. Come si può rilevare dalla fig. 6-c, i punti di osservazione sono ben spazati e corrispondono ad un intervallo di concentrazione da 50 a circa 100 γ /litro, fatta eccezione per il campione di Buccione che presentava la concentrazione massima osservata nelle tre serie di misure e cioè ben 213 γ /litro. Anche in questo periodo le maggiori concentrazioni del bacino settentrionale si rilevano nello strato sottostante ai 50 m di profondità.

Da un esame della distribuzione delle concentrazioni con la temperatura, e osservazioni fatte in questo periodo si distribuiscono in due gruppi: l'uno dello strato con temperatura di 10° C e l'altro con temperatura di 5° C (fig. 6-d, dato che l'immissione degli scarichi avviene in superficie, quindi in acque meno fredde e pertanto meno dense, anche il rame segue naturalmente questi movimenti.

Successivamente alle misure nel Lago d'Orta il giorno 8 aprile 1955 vennero prelevati alcuni campioni nel Lago Maggiore sull'allineamento Fondo Toce-Isola Madre ed alla fine di novembre nei torrenti Strona e Nigolia e nel fiume Toce. Soltanto il campione raccolto nel torrente Nigolia, nel suo breve tratto compreso fra il lago d'Orta ed Omegna si riscontrarono 72 γ /litro e 28 γ /litro invece nel torrente Strona a monte di Gravellona. Sull'allineamento fondo Toce-Isola Madre il contenuto in rame è stato di 7 γ /litro in superficie e 12-13 γ /litro in profondità. L'elevato contenuto cuprico delle acque cusiane non ha quindi un riflesso significativo nella zona del Lago Maggiore ad esse più vicina.

Premettendo dunque che le ricerche nel Lago d'Orta hanno avuto per scopo principale le misure sulla concentrazione del rame nei tre bacini ed alle varie profondità, si può concludere affermando che in tre serie di misure distanziate nel tempo (giugno 1953 agosto 1954 e aprile 1955), in stazioni distribuite lungo la linea assiale del lago, in corrispondenza con le maggiori profondità e con sessanta determinazioni dalla superficie al fondo, tutte hanno dato risultato positivo nell'intervallo da 40 a 213 γ /litro con un valore medio di 69 γ /litro nella serie 1953, 76 γ /litro nella serie 1954, 82 γ /litro nella serie 1955 e quindi con una media globale per il triennio 1953-55 di 78 γ /litro.

Tenuto conto del volume delle acque del lago, che è di 1,3 km³ esse contenevano allora ben tonn 104 di rame in soluzione, valore questo circa triplo di quello segnalato a suo tempo dal Baldi.

Altre caratteristiche chimico-fisiche delle acque del lago d'Orta

In occasione della seconda e specialmente della terza serie di ricerche, vennero eseguite, in parallelo alle misure di temperatura, ossigenazione e concentrazione in rame, altre osservazioni chimiche:

a) *Concentrazione idrogenionica*. — Nel corso della seconda serie (agosto 1954) la determinazione pH ebbe luogo per via colorimetrica con l'impiego degli indicatori bleu di bromotimolo e rosso fenolo.

Nella terza serie (aprile 1955) si usò, in parallelo, anche un colorimetro del tipo Hellige, con i dischi bleu di bromotimolo e rosso cresolo. Tanto la scala colorimetrica diretta, quanto i dischi del colorimetro Hellige vennero posti, in laboratorio, a confronto con misure potenziometriche, per la determinazione dei coefficienti di correzione.

I dati numerici delle tabelle corrispondono ai valori corretti a seguito del controllo potenziometrico.

Nel corso della serie estiva i valori pH in superficie oscillano intorno a 8, leggermente più elevati nel bacino di Buccione 8-8.1-8.3, inferiori ad 8 ad Ome-gna. Nello strato m 20-50 il valore della concentrazione pH varia intorno a 7 e verso il fondo si ha un pH quasi uniforme, di poco inferiore a 7 e cioè 6.8-6.9 e quindi acque leggermente acide.

L'andamento con la profondità risulta dal grafico a) della figura 7.

Nel mese di aprile (terza serie) la distribuzione dell'esponente di Sørensen è notevolmente diversa e la differenza appare immediatamente dall'esame del grafico b) della figura 7, il quale rappresenta, in sezione longitudinale, la distribuzione dei valori pH della terza serie.

In superficie, in uno straterello di pochi metri, l'esponente pH non supera 7, e scende anche notevolmente sotto; intorno ai m 5-10 si hanno valori oscillanti intorno a 7 e nel verso del fondo l'acidità aumenta, con un massimo intermedio di pH 6.2 nel bacino settentrionale, intorno ai m 50.

In quest'epoca quasi tutta l'acqua del lago è leggermente acida, eccetto nella zona prossima a Buccione, dove certamente la reazione dell'acqua viene influenzata dagli scarichi industriali.

Anche dalle osservazioni del prof. Baldi si notano — nei mesi di gennaio, febbraio e aprile — valori costantemente inferiori a 7 a tutte le quote, mentre in novembre le acque si alcalizzano leggermente con valori compresi fra 7 e 8.

Questo comportamento anomalistico della concentrazione idrogenionica è probabilmente legato all'ambiente abiologico (assenza di fitoplancton) e l'attività fotosintetica è limitata alla sola zona costiera, a vegetazione fissa sul fondo.

Il fenomeno è stato esaminato nel corso di queste ricerche soltanto di riflesso: esso meriterebbe pertanto un esame più esteso.

b) *Mineralizzazione, residuo fisso e durezza dell'acqua del lago*. — In alcune stazioni della seconda e terza serie vennero prelevati campioni d'acqua per l'esame del residuo fisso, della durezza e del contenuto in calcio e magnesio.

I residui fissi vengono espressi in g/litro a 180° come pure alla temperatura del rosso incipiente; e per alcuni campioni si effettuò pure la conversione in solfati. I dati numerici corrispondono alle cifre del seguente prospetto:

SERIE	STAZIONE	RESIDUO FISSO			
		a 180 °	medie	al rosso	in solfati
II	7.....	0.0806	0,079	0,0546	0,0798
»	8.....	744		470	876
»	8.....	782		510	762
»	8.....	828		572	942
III	1.....	860	0,075	620	(a 2 metri) (sotto 100 m)
»	2.....	770		575	
»	3.....	740		540	
»	4 e 6.....	770		565	
»	4 e 6.....	780		545	
»	7 e 8.....	760		535	
»	9.....	740		535	
»	10.....	675		495	
»	11.....	660		426	
MEDIA GENERALE...			0,077	0,053	

Nella tabella che segue sono riportati i residui a 180° ed al rosso per i laghi di Dobbiaco, Braies, S. Croce e Misurina:

Data	Lago	a 180°	Residuo fisso al rosso
8 agosto 1953	Dobbiaco.....	0,1460 g/l ⁻¹	0,0856 g/l ⁻¹
8 agosto 1953	Braies.....	0,1376 »	0,0896 »
10 agosto 1953	S. Croce.....	0,1848 »	0,1400 »
9 agosto 1953	Misurina	0,1116 »	0,0660 »

Confrontato a quello del lago d'Orta, il residuo dei laghi di Dobbiaco, Braies e Misurina risulta quasi doppio e ancor maggiore è quello del lago di S. Croce, nel quale le acque di livello notevolmente più basso, hanno avuto possibilità di aumentare la loro mineralizzazione lungo il loro percorso.

Il lago d'Orta, con un bacino imbrifero a fondo prevalentemente roccioso cristallino-acido, ha l'acqua scarsamente mineralizzata, con un contenuto medio molto prossimo agli g/litro 0,08 (a 180°) e circa g/litro 0,05 al rosso incipiente.

I quattro residui ottenuti dai campioni della seconda serie, presentano una proporzionalità regolare fra il residuo a 180° e quello riscaldato al rosso; tale regolarità può essere attribuita soprattutto ad assenza di sostanza organica.

I residui della serie estiva (II) sono più elevati di quelli della serie primaverile (III) nei quali si nota una progressiva diminuzione da sud verso nord (Buccione-Omegna).

Il contenuto in calcio e magnesio venne determinato con il metodo dei complessoni di G. Schwarzenbach: sale bisodico dell'acido etilendiamintetracetico (EDTA), Muresside (Ca) e Nero Eriocromo T (Mg) quali corrispondenti indicatori.

Per il calcolo della durezza dell'acqua la concentrazione in magnesio venne computata quale equivalente calcio ed il totale in calcio (Σ della tabella seguente) valutato in carbonato e riportato a gradi di durezza francesi (1 g CaCO_3 /100 litri). In parallelo venne determinata la durezza dell'acqua con il metodo di Wartha-Pfeifer, particolarmente idoneo per acque a scarsa mineralizzazione.

Diamo qui i risultati ottenuti con alcuni campioni d'acqua del lago d'Orta:

STAZIONE	N. ordine di riferim. della tabella	Ca mg/l ⁻¹	Mg mg/l ⁻¹	Σ mg/l ⁻¹ Ca totale	$\Delta =$ $D_1 - D_2$	Durezza in gradi franc. cal. da Σ D_1	Durezza in gradi franc. sec. Pfeifer D_2	Rapporto Ca/Mg
1	69	5,27	5,07	13,61	0,37	3,39	3,02	1.039
2	74	5,67	4,52	13,12	0,02	3,28	3,26	1.254
3 (1+35)	79	5,86	4,52	13,32	0,07	3,33	3,26	1.296
3 (15)	80	3,78	3,53	9,59	—	2,40	—	1.071
4 + 6 (2)	85/96	5,27	3,98	11,82	—	2,95	—	1.324
4+6 (100>)	89/102	5,57	4,16	12,42	0,16	3,10	3,26	1.339
7	105	5,57	4,16	12,42	—	3,10	—	1.339
7 + 8	111/114	4,77	4,16	11,63	—	2,91	—	1.147
9	120	5,57	4,25	12,57	0,38	3,14	2,76	1.311
10	129	—	—	—	—	—	2,76	—
MEDIA ...		5,25	4,26			3,06		1.235

Le concentrazioni del calcio e del magnesio sono discretamente omogenee ed il rapporto Ca/Mg oscilla intorno al valore numerico 1,24.

Il confronto dei dati numerici della durezza dell'acqua del lago ottenuti attraverso la titrimetria secondo Schwarzenbach ed il successivo calcolo per la conversione dei risultati in gradi francesi e la durezza, pure in gradi francesi, derivante dall'applicazione del metodo Wartha-Pfeifer, presenta una concordanza di valori molto significativa per la precisione dei due metodi analitici; lo scarto $\Delta = D_1 - D_2$ è dell'ordine di pochi centesimi di grado e non supera i 4/10 in due campioni esaminati.

Alquanto anomalistico è il risultato del campione 3 (15), che potrebbe dipendere, ove non fosse confermato in altre misure, da un saggio d'acqua alterato.

RIASSUNTO

Il lago d'Orta ha subito — per effetto degli scarichi industriali — una sensibile modificazione nelle caratteristiche fisico-chimiche-biologiche delle sue acque, particolarmente in rapporto al notevole aumento di concentrazione in ioni cuprici.

Allo scopo di determinare tali condizioni, si effettuarono tre brevi serie di ricerche a ciclo annuale, durante il periodo 1953-1955, con stazioni distribuite lungo l'asse sud-nord da Buccione ad Omegna e dalla superficie fino alla massima profondità del lago, che raggiunge i 145 metri.

Dalle condizioni fisico-chimiche rilevate, vengono desunti gli andamenti medi stagionali, l'ossigenazione, il contenuto in rame disciolto (da $40 \text{ } \mu\text{g} - 1^{-1}$), la concentrazione idrogenionica, la mineralizzazione, il residuo fisso e la durezza delle acque. Per il triennio considerato le osservazioni sono state raccolte in 35 posti di misura (stazioni) ed a 146 livelli.

RÉSUMÉ

Le lac d'Orta a essuyé, par suite des pollutions industrielles une considérable modification dans les caractéristiques physiques-chimiques-biologiques des ses eaux et, tout particulièrement, en rapport à une remarquable augmentation en ions cuivriques.

C'est au but de déterminer ces conditions qu'on a effectué trois brefs cycles de recherches, au cours des années 1953-1955, par les stations réparties le long de l'axe sud-nord (Buccione-Omegna) et d'autres dès la surface jusqu'à la plus haute profondeur du lac, c'est-à-dire à 145 mètres.

Depuis les données physiques-chimiques-biologiques on a relevé la variation de la température, l'oxygénation, le contenu en cuivre dissous (de $40 \text{ } \mu\text{g} - 1^{-1}$), la concentration en ions-hydrogène, la minéralisation, le résidu fixe et la dureté des eaux.

Pour le triennat considéré, les observations ont été recueillies dans 35 stations et à 146 niveaux d'eau.

SUMMARY

Because of industrial pollution, the physical, chemical and biological characteristics of the lake of Orta waters have been greatly modified, especially with regard to a remarkable increase in the concentration of copper's ions.

With the aim of determining said conditions, in the years 1953-1955, three short cycles of researches have been made, with stations distributed along the lake axis from Buccione (south) to Omegna (north) from the surface to the maximum depth of the lake (145 m).

From the physical and chemical conditions observed in the waters, the thermal going, the oxygenation, the dissolved copper content (from 40 to

213 γ —1⁻¹), the hydrogenion-concentration, the mineralization, the fixed residuum, the hardness of waters, are deduct.

These observations have been collected in the above mentioned period of three years, in 35 stations, at 146 different levels.

ZUSAMMENFASSUNG

Der Orta See hat durch Industrieabwässer eine Veränderung der physikalisch-chemisch-biologischen Eigenschaften der Gewässer, mit zunehmender Verstärkung der Kupferjonenkonzentration erlitten.

Es wurde deshalb während einer dreijährigen Periode (1953-55) Untersuchungen vorgenommen, die sich längs des Talweges und von der Oberfläche bis an den Grund des Sees erstreckten: im ganzen wurden 35 Beobachtungsstellen errichtet und 146 Tiefenmessungen durchgeführt.

Durch solche Untersuchungen war es möglich den Temperaturgang, der Sauerstoff — und Kupfergehalt, die Wasserstoffjonenkonzentration, den Gehalt an Mineralstoffen, den Rückstand, und die Härte des Wassers festzustellen.

BIBLIOGRAFIA

- BALDI E.: *Il lago d'Orta, suo declino biologico e condizioni attuali*. « Memorie dell'Ist. It. d. Idrobiologia » dott. M. de Marchi, Vol. V, 1949.
- BARETTI M. e SACCO F.: *Il Mergozzolo. (Studio geologico con due carte geologiche e spaccati)*. « Bollettino del C.A.I. », Vol. XVIII, Torino 1885.
- BESCAPÉ C.: *Novaria seu de Ecclesia novariensi: (libri duo, primus de locis, alter de episcopis)*. « Novariae », 1612. Quest'opera venne tradotta in italiano con annotazioni e vita dell'autore, dall'avv. Giuseppe Ravizza e pubblicata a Novara nel 1878 col titolo: *La Novara sacra del vescovo venerabile Carlo Bescapé*.
- BINI G.: *Sugli effetti tossici sui pesci delle sostanze contenute nelle acque di rifiuto industriali*. « Bollettino di Pesca, Piscicoltura e Idrobiologia », Anno V, p. 982, Roma 1929.
- BOCCARDI R.: *Il lago Maggiore ed il lago d'Orta*. Novara, De Agostini, 1928.
- BONARDI E.: *Sulle diatomee del lago d'Orta*. « Bollettino Scientifico ». Anno VII, n. 1 Pavia, 1885.
- BRUNO L.: *Il lago d'Orta e la morena d'Omegna*. Novara, 1894.
- CHIEREGO N.: *Il rame biologico nel Golfo di Trieste*. « Rapports et Procès Verbaux de Réunion de la Commission Internationale pour l'Exploration scientifique de la Mer Méditerranée » Vol. XIII, Parigi, 1956.
- COTTA L. A.: *Corografia o descrizione della riviera di S. Giulio*, Contado della Sede Vescovile di Novara. Milano, 1688.
- CZESNSNY R.: *Die Einwirkungen von Kupfer auf ein Gewässer, dargestellt am Neumühler See*. « In Vom Wasser, XIX ». Band, 1952.
- DE AGOSTINI G.: *Sulla temperatura, colorazione e trasparenza di alcuni laghi piemontesi*. « Atti della R. Acc. delle Scienze di Torino », Vol. XXX, 1895.
- DE AGOSTINI G.: *Ricerche batimetriche e fisiche sul lago d'Orta*. « Memorie della R. Acc. delle Scienze di Torino », Vol. XLVI, 1896.
- DE AGOSTINI G.: *Il lago d'Orta*. Torino, Clausen 1897, con tre carte.
- FARA A.: *La Riviera di S. Giulio, Orta e Gozzano*. Novara, 1861.
- GERLACH H.: *Die Penninischen Alpen. Beiträge zur Geologie der Schweiz*. « Nouv. Memoire de la Soc. Helv. de Sc. Nat. », Vol. XXII, con una carta geologica, Zurigo 1869.
- HALBFASS W.: *Petermann's Geogr. Mitt.*, 1905.
- LANDINI P.: *Il lago d'Orta, saggio di geografia antropica*. « Bollettino Soc. Geogr. It. », 1923.
- MARINELLI O.: *Area e profondità dei maggiori laghi italiani*. « Riv. Geogr. It. 94-95 », pag. 33.
- MERCALLI G.: *Su alcune rocce eruttive comprese tra il lago Maggiore e quello d'Orta*. « Rend. del R. Ist. Lomb. », 1885.

- COLINARI F.: *Dal lago Maggiore al lago d'Orta. (Studio geomineralogico con due tavole).* « Atti Soc. It. di Scienze Naturali », Vol. XXVI, Milano, 1883.
- CONTI R.: *La circolazione della vita nei laghi.* « Natura », Milano, 1910.
- CONTI R.: *La limnologia comparata dei laghi insubrici.* Roma, 1929.
- CONTI R.: *La graduale estinzione della vita nel lago d'Orta.* « R. Ist. Lomb. di Scienze e Lett. », Rendiconti, Serie II, Vol. LXIII, Fase. II-V, 1930.
- DEMBONI G.: *Sul terreno erratico della Lombardia.* « Atti Soc. It. di Scienze Naturali », Vol. II, 1859.
- DEMBONI G.: *I ghiacciai antichi ed il terreno erratico della Lombardia.* « Atti Soc. It. di Scienze Naturali », Vol. III, 1861.
- FRARONA C.: *I protisti del lago d'Orta.* « Bollettino Scientifico », Pavia, 1880.
- FRARONA C.: *Appunti geologici sul bacino del lago d'Orta.* Novara, 1880.
- FRARONA C.: *Il calcare liassico di Gozzano ed i suoi fossili.* « Atti R. Acc. dei Lincei », Roma, 1880.
- FRARONA C.: *Nota geologica sulla valle Strona.* « Riv. Alpina It. » 31 luglio 1883.
- FRARONA C.F.: *Valsesia e lago d'Orta. (Descrizione geologica con carta e profili geologici).* Bernardino, Milano, 1886. Vedi anche carta geologica d'Italia all'1 : 100.000 foglio 30, Novara De Agostini e « Atti della Soc. It. di Scienze Naturali », Vol. XXIX, Milano, 1886.
- FRATESI P.: *Ulteriori studi sulla fauna pelagica dei laghi italiani.* « Rend. del R. Ist. Lomb. », Serie II, Vol. XII, Milano, 1879.
- FRATESI P.: *Batimetria del lago d'Orta.* « Rend. Ist. Lomb. », 1884.
- FRATESI P.: *Notizie batimetriche sui laghi d'Orta e d'Idro.* « Rend. del R. Ist. Lomb. », Serie II, Vol. XVIII, Milano, 1885.
- FRATESI P.: *Carte fisiche dei laghi italiani ad uso del piscicoltore. (comprende i laghi d'Orta, d'Idro, di Piano e Delio),* 1894.
- FRATESI P.: *La distribuzione dei pesci in Lombardia.* Pavia, Frat. Fusi, 1896.
- FRUSTALOZZA A.: *Notizie sul bacino idrografico del Verbano e proposta per diminuire l'elevazione delle acque in piena (con due tavole).* « Atti del Collegio degli Ingegneri ed Architetti di Milano », Anno XXIV, 1891.
- FRUSTOTTI M.: *Necessità industriali e difesa del patrimonio ittico.* « Atti del Convegno Ittico di Brescia », 1937.
- FRUSTOTTI M. e BALDASSI C.: *Mikroanalyse des Kupfers und seine Bestimmung in einigen Gewässern und Wassertieren der Venezia Giulia.* « Mikrochimica Acta », Wien, Springer-Verlag, 1942.
- FRUSTOTTI M.: *Nouveaux Types de Bouteilles à Eau en verre et leur emploi en Océanographie, en Limnologie et en Bactériologie.* « Riunione di Bergen del Bureau du Conseil International pour l'Exploration de la Mer », « Journal du Conseil » - Copenhagen, 1957.
- FRUSTOTTI A.: *Guida del lago d'Orta e sua riviera.* Novara, Fratelli Miglio.
- FRUSTOTTI A.: *Il lago d'Orta e la sua riviera.* Torino, 1880.
- FRUSTOTTI F.: *Sulla serpentina d'Oira e sopra alcune rocce ad essa associate.* « Rend. del R. Ist. Lomb. », Serie II, Vol. XXV, Milano, 1892.
- FRUSCHWARTENBACH G.: *Die komplexometrische Titration.* « Die chemische Analyse », Band 45. (G. Jander), F. Enke Verlag, Stuttgart, 1955.
- FRUSKOWSKY S.: *Anwendung der Methoden der physikalischen Chemie in der Biologie des Süßwassers.* Moskowa, Staats Inst. 1928.
- FRUSTAFICO E.: *Osservazioni geologiche nei dintorni del lago d'Orta e della valle Sesia.* « Atti Soc. It. di Scienze Naturali », Vol. XXIII, Milano, 1880.
- FRUSTEANU A.: *Entwicklung und gegenwärtiger Stand der Limnologie in Italien.* « In Forschungen und Fortschritte », Band 31., Heft 8, Berlino, 1957.
- FRUSTART W.A.: *Sketches of the riviera and lake of Orta (con una carta e tre vedute).* Milano, 1867.
- FRUSTARELLI T.: *Note geologiche sul bacino idrografico del fiume Ticino, (con due carte geologiche).* « Bollettino della Soc. Geol. It. », Vol. IV, 1885.
- FRUSTARELLI F.: *La penetrazione delle radiazioni luminose nell'acqua di mare.* « R. Comitato Talassografico It. », Memoria 271, Venezia, 1939. Oppure: *Misure subacquee di radiazioni in alcuni laghi alpini.* « Boll. di Pesca, Piscicoltura ed Idrobiologia », Roma, 1939, XV, fasc. 5.
- FRUSTARHA V. e J. PFEIFER: *Massanalytische Bestimmung der Karbonathärte.* « In Ohlmüller-Spitta », Wasser, Berlin, 1921.
- FRUSTELDEN (VON), L.: *Descrizione della riviera d'Orta.* Verona, 1837.
- FRUSTHIPLE G.C.: *Drinking water.* New York, I. Wiley, 1914.

TAVOLA 1

Lago d'Orta

Numero d'ordine		1 ^a serie		Ora	Punti di stazione	Condizioni meteorologiche	Profondità m	t° C	Cu %litro	Osservazioni
stazione	misure	Data								
1	1	6- 6-1953		9 —	Al largo di: « Ome- gna» al centro dell'insenatura	—	2 —	—	53	Apparecchi usati: comuni bottiglie di vetro affonda- te a mano a mez- zo di una funicel- la e con apertura a strappo del su- ghero di chiusura
2	2	6- 6-1953		10 —	A Nord della sezio- ne Brolo-Borca	Cielo: coperto, la- go: calmo	0,0	17,6	—	
2	3	6- 6-1953		10 —	—	—	2 —	—	57	
2	4	6- 6-1953		10 —	—	—	10 —	10,8	—	
2	5	6- 6-1953		10 —	—	—	40 —	5,7	—	
3	6	6- 6-1953		12 —	All'altezza del bi- vio: Borca-Agra- no	—	2 —	—	40	
4	—	6- 6-1953		13 —	Sezione: Orta-Iso- la S. Giulio	—	—	—	—	N.B. — Misure ot- tiche
5	7	6- 6-1953		14 —	Sezione: Alzo-Iso- la S. Giulio	—	2 —	—	68	Comuni bottiglie, ecc. (come sopra)
6	8	6- 6-1953		14, 20	Sezione: Pascolo - Coreonio	Cielo: quasi sereno	0,0	17,5	—	
6	9	6- 6-1953		14, 20	—	—	—	—	93	Comuni bottiglie, ecc. (come sopra)
6	10	6- 6-1953		14, 20	—	—	5 —	17,2	—	
6	11	6- 6-1953		14, 20	—	—	10 —	14,5	—	
6	12	6- 6-1953		14, 20	—	—	15 —	9,1	—	
6	13	6- 6-1953		14, 20	—	—	20 —	7,4	—	
6	14	6- 6-1953		15, 15	—	—	28 —	6,2	—	
7	15	6- 6-1953		15, 15	Al traverso di Cor- conio	—	2 —	—	92	Comuni bottiglie, ecc. (come sopra)
8	16	6- 6-1953		15, 15	Al Traverso di Or- ta-Pontile	—	2 —	—	79	Comuni bottiglie, ecc. (come sopra)

Numero d'ordine		2 ^a serie		Ora	Punti di stazione	Condizioni meteorologiche	Prof. m.	t° C.	O ₂ cm ³ /litro	Ossige- nazione relativa %	pH	Cu γ/litro	Osservazioni
sta- zione		2 ^a serie	Data										
1-1-bis	17	23-8-1954		10,45	Al largo della col- lina: Torre di Buccione	—	1	20,41	6,30	96,5	7,85	80	Apparecchi usati: I campioni d'ac- qua per il conte- nuto in ossigeno disciolto, PH e la temperatura, vennero raccolti con una bottiglia Eckman e due ter- mometri a rove- scimento, men- tre per i campio- ni destinati alla determinazione del rame, la rac- colta ebbe luo- go separatamen- te in fialoni di vetro neutro
1-bis	18	23-8-1954		10,15	—	—	16	7,80	5,42	64,2	7	—	—
1-bis	19	23-8-1954		10,00	—	—	18	—	—	—	—	112	—
2-bis	20	23-8-1954		11,30	Al traverso di Buc- cione	Cielo: sereno, vento leggero da N-E poi da S., lago: mosso	1	—	—	—	—	73	—
2-bis	21	23-8-1954		11,55	—	—	1	20,45	6,29	96,5	8	—	—
2-bis	22	23-8-1954		11,40	—	—	11	19,57	6,18	93,4	8	71	—
2-bis	23	23-8-1954		11,10	—	—	13,5	—	—	—	—	106	—
3-bis	24	23-8-1954		13,10	Al traverso di pun- ta: Casario-Imolo	Alto strati, vento leggero da S	0,0	—	—	—	—	53	—
3-bis	25	23-8-1954		12,30	—	—	1	20,98	6,26	96,9	7,85	—	—
3-bis	26	23-8-1954		13,05	—	—	2	—	—	—	—	51	—
3-bis	27	23-8-1954		12,45	—	—	28,5	—	—	—	—	98	—
3-bis	28	23-8-1954		12,15	—	—	29	6,36	—	—	6,5	—	—
4-bis	29	23-8-1954		14,55	Al traverso di: Or- ta-Isola S. Giulio	Cielo: coperto	0,0	—	—	—	—	59	—
4-bis	30	23-8-1954		15,10	—	—	1	21	6,34	98,1	8	—	—
4-bis	31	23-8-1943		14,40	—	—	2	—	—	—	—	54	—
4-bis	32	23-8-1954		14,30	—	—	17	—	—	—	—	114	—
4-bis	33	23-8-1954		14,50	—	—	18	8,31	6,20	74,3	6,9	—	—
5-bis	34	23-8-1954		15,25	Al traverso di Iso- la San Giulio - Alzo	Cielo: 1/10 coperto, lago: calmo	0,0	—	—	—	—	66	—
5-bis	35	23-8-1954		15,45	—	—	1	20,65	4,95	76,2	7,6	—	—
5-bis	36	23-8-1954		16,40	—	—	2	—	—	—	—	56	—

TAVOLA 3

Numero d'ordine	staz.	2 ^a serie		Ora	Punti di stazione	Condizioni meteorologiche	Prof. m	t° C	O ₂ cm ³ /litro	Ossi- genazione relativa %	pH	Cu γ/litro	Residuo secco		Osservazioni
		misure	Data										180° g/litro	al rosso g/litro	
5-bis	37	23-8-1954	15,30	—	—	—	71	5,55	3,25	36,5	6,5<	64	—	—	Apparecchi usa- ti come nelle stazioni pre- cedenti
5-bis	38	23-8-1954	16,30	—	—	—	79	—	—	—	—	107	—	—	Residuo secco (in solfati) 0,0798 g/litro
6-bis	39	23-8-1954	17,30	Al traverso di Egro - Pette- nasco	Coperto 5/10, al- to strati	0,0	0,0	—	—	—	—	47	—	—	
6-bis	40	23-8-1954	17,20	—	—	2	2	—	—	—	—	55	—	—	
6-bis	41	23-8-1954	18,15	—	—	2	20,74	—	6,30	97,2	8	—	—	—	
6-bis	42	23-8-1954	18	—	—	60	5,58	—	3,36	37,8	7	—	—	—	
6-bis	43	23-8-1954	17	—	—	120	—	—	—	—	—	126	—	—	
6-bis	44	23-8-1954	17,35	—	—	120	5,27	—	2,41	26,9	6,9	—	—	—	
7-bis	45	24-8-1954	8,45	Al traverso di Ronco-Crabbia	Coperto legg. nebbia	0,0	—	—	—	—	—	53	—	—	
7-bis	46	24-8-1954	9,30	—	—	2	20,51	—	—	—	8	—	0,0806	0,0546	
7-bis	47	24-8-1954	9,05	—	—	50	5,73	—	3,48	30,2	7	—	—	—	
7-bis	48	24-8-1954	10,10	—	—	50	—	—	—	—	—	95	—	—	Residuo secco (in solfati) 0,0798 g/litro
7-bis	49	24-8-1954	8,50	—	—	98	5,36	—	2,65	29,6	7	—	—	—	
7-bis	50	24-8-1954	9,50	—	—	108	—	—	—	—	—	84	—	—	
8-bis	51	24-8-1954	10,50	Al traverso di: monte Cre- gno - Agrano	Coperto legge- ra nebbia poi vento da S., lago agitato e pioggia dirotta	0,0	—	—	—	—	—	60	—	—	
8-bis	52	24-8-1954	11,45	—	—	2	20,40	—	6,18	94,6	8	—	0,0744	0,0470	
8-bis	53	24-8-1954	11,30	—	—	15	9,82	—	7,76	96,3	7	—	0,0782	0,0510	
8-bis	54	24-8-1954	10,45	—	—	20	—	—	—	—	—	76	—	—	
8-bis	55	24-8-1954	11,15	—	—	40	6,03	—	3,82	43,4	6,8	—	—	—	
8-bis	56	24-8-1954	10,30	—	—	50	—	—	—	—	—	90	0,0828	0,0572	
8-bis	57	24-8-1954	11	—	—	80	5,42	—	3,20	35,8	6,8	—	—	—	

Numero d'ordine	Serie		Ora	Punti di stazione	Condizioni meteorologiche	Prof. m	t° C	O ₂ cm ³ /litro	Ossige- nazione relativa %	pH	Cu γ/litro	Residuo secco		Osservazioni
	sta- zione	Data										180°	al rosso	
9- <i>bis</i>	58	24- 8-1954	13,55	A Nord della sezione: Bro- lo-Borca	Cielo: coperto pioggia, La- go: calmo	1	—	—	—	—	47	—	—	Apparecchi usa- ti: come nelle stazioni pre- cedenti
9- <i>bis</i>	59	24- 8-1954	12,50	—	—	1	20,50	—	—	8 <	—	—	—	
9- <i>bis</i>	60	24- 8-1954	13,45	—	—	10	—	—	—	—	47	—	—	
9- <i>bis</i>	61	24- 8-1954	12,40	—	—	15	9,46	—	—	7 >	—	—	—	
9- <i>bis</i>	62	24- 8-1954	13,30	—	—	25	—	—	—	—	80	—	—	
9- <i>bis</i>	63	24- 8-1954	12,25	—	—	40	6,04	3,67	41,7	6,8	—	—	—	
9- <i>bis</i>	64	24- 8-1954	13,20	—	—	60	—	—	—	—	104	—	—	
9- <i>bis</i>	65	24- 8-1954	13,05	—	Pioggia leggera poi 3/4 co- perto	80	—	—	—	—	82	—	—	
9- <i>bis</i>	66	24- 8-1954	12,00	—	—	80	5,47	3,15	35,3	6,8	—	—	—	

Numero d'ordine		3 ^a serie	Ora	Punti di stazione	Condizioni meteorologiche e profondità di scandaglio	Profon. m	t° C
stazione	misure	Data					
1- <i>tris</i>	67	6- 4-1955	9,15	A 100 m. al traverso di: Buccione	t. aria = 11,8° C sereno brezza da N. prof. 10 m.	0,0	—
1- <i>tris</i>	68	6- 4-1955	—	—	—	0,5	7,67
1- <i>tris</i>	69	6- 4-1955	—	—	—	5 -	—
1- <i>tris</i>	70	6- 4-1955	—	—	—	10 -	7,51
2- <i>tris</i>	71	6- 4-1955	10 -	Sezione di Pascolo-Corconio	t. aria = 13,0° C sereno, prof. 29 m. brezza da S. W.	0,0	—
2- <i>tris</i>	72	6- 4-1955	—	—	—	1 -	7,99
2- <i>tris</i>	73	6- 4-1955	—	—	—	2 -	—
2- <i>tris</i>	74	6- 4-1955	—	—	—	10 -	6,71
2- <i>tris</i>	75	6- 4-1955	—	—	—	28 -	—
2- <i>tris</i>	76	6- 4-1955	—	—	—	29 -	5,89
3- <i>tris</i>	77	6- 4-1955	12 -	Sezione di punta Casario-Imolo	t. aria = 12,8° C sereno, prof. 36 m.	0,0	—
3- <i>tris</i>	78	6- 4-1955	—	—	—	1 -	9,28
3- <i>tris</i>	79	6- 4-1955	—	—	—	2 -	—
3- <i>tris</i>	80	6- 4-1955	—	—	—	15 -	6,38
3- <i>tris</i>	81	6- 4-1955	—	—	—	35 -	5,67
3- <i>tris</i>	82	6- 4-1955	—	—	—	35 -	—
4- <i>tris</i>	83	6- 4-1955	12,45	Sezione di Pella-I. S. Giulio	t. aria = 12,6° C prof. 108 m.	0,0	—
4- <i>tris</i>	84	6- 4-1955	—	—	—	2 -	—
4- <i>tris</i>	85	6- 4-1955	—	—	—	2 -	9,15
4- <i>tris</i>	86	6- 4-1955	—	—	—	25 -	5,70
4- <i>tris</i>	87	6- 4-1955	—	—	—	50 -	5,59
4- <i>tris</i>	88	6- 4-1955	—	—	—	102 -	—
4 <i>tris</i>	89	6- 4-1955	—	—	—	105 -	5,56

TABELLA 5

pH	Cu γ/litro	Residuo secco		Ca mg/litro	Mg mg/litro	Durezza gradi francesi	Osservazioni
		180° g/litro	al rosso g/litro				
7,3	—	—	—	—	—	—	Apparecchi usati: Come nelle stazioni precedenti
7,7	—	—	—	—	—	—	
—	213	0,0860	0,0620	5,27	5,07	(3,02) [3,39]	
7,7	—	—	—	—	—	—	Miscela dei campioni di 0,5 e 10 m
6,5	—	—	—	—	—	—	
7,0	—	—	—	—	—	—	
—	66	—	—	—	—	—	
7,3	—	—	—	—	—	—	
—	94	0,0770	0,0575	5,67	4,52	(3,26) [3,28]	
7,3	—	—	—	—	—	—	Campione medio da metri 1 + 10 + 29
6,7	—	—	—	—	—	—	
7,2	—	—	—	—	—	—	
—	64	0,0740	0,0540	5,86	4,52	(3,26) [3,33]	Campione medio 1 m + 35 m
6,9	—	—	—	3,78	3,53	[2,40]	
6,7	—	—	—	—	—	—	
—	73	—	—	—	—	—	
6,1	—	—	—	—	—	—	
—	63	—	—	—	—	—	
7,0	—	0,0770	0,0565	5,27	3,98	[2,95]	Campione medio dei numeri 85 + 96
6,6	—	—	—	—	—	—	
6,6	—	—	—	—	—	—	
6,6	57	—	—	—	—	—	
6,6	—	0,0780	0,0545	5,57	4,16	(3,26) [3,10]	

Numero d'ordine		3 ^a serie	Ora	Punti di stazione	Condizioni meteorologiche e profondità di scandaglio	Profon. m	t° C
stazione	misure	Data					
5-tris	90	6- 4-1955	15,45	Sezione di Isola San Giulio-Orta	Sereno brezza da S.	0,0	—
5-tris	91	6- 4-1955	—	—	—	2 -	—
5-tris	92	6- 4-1955	—	—	—	2 -	9,4
5-tris	93	6- 4-1955	—	—	—	19 -	—
5-tris	94	6- 4-1955	—	—	—	33 -	5,7
6 tris	95	6- 4-1955	16,15	Sezione di Egro-Pettenasco	t. aria = 13,0° C brezza da S. prof. 125 m.	0,0	—
6-tris	96	6- 4-1955	—	—	—	2 -	—
6-tris	97	6- 4-1955	—	—	—	2 -	9,5
6-tris	98	6- 4-1955	—	—	—	30 -	5,7
6-tris	99	6- 4-1955	—	—	—	60 -	—
6 tris	100	6- 4-1954	—	—	—	60 -	5,5
6-tris	101	6- 4-1955	—	—	—	120 -	—
6-tris	102	6- 4-1955	—	—	—	122 -	5,5
7 tris	103	7- 4-1955	8,45	Sezione di Ronco-Crabbia	t. aria = 9,5° C coperto, calma prof. 118 m.	0,0	—
7-tris	104	7- 4-1955	—	—	—	2 -	—
7-tris	105	7- 4-1955	—	—	—	2 -	9,4
7-tris	106	7- 4-1955	—	—	—	10 -	7,2
7-tris	107	7- 4-1955	—	—	—	25 -	5,8
7-tris	108	7- 4-1955	—	—	—	50 -	—
7-tris	109	7- 4-1955	—	—	—	60 -	5,6
7-tris	110	7- 4-1955	—	—	—	99 -	—
7-tris	111	7- 4-1955	—	—	—	115 -	5,5

TABELLA 6

pH	Cu γ/litro	Residuo secco		Ca mg/litro	Mg mg/litro	Durezza gradi francesi	Osservazioni
		180° g/litro	al rosso g/litro				
6,2	—	—	—	—	—	—	Apparecchi usati: Come nelle stazioni precedenti
—	92	—	—	—	—	—	
6,9	—	—	—	—	—	—	
—	82	—	—	—	—	—	
6,2	—	—	—	—	—	—	Campione medio dei numeri 85 + 96
6,6	—	—	—	—	—	—	
—	74	0,0770	0,0565	5,27	3,98	[2,95]	
7,0	—	—	—	—	—	—	
6,5	—	—	—	—	—	—	
—	64	—	—	—	—	—	
6,4	—	—	—	—	—	—	
—	86	—	—	—	—	—	
6,6	—	0,0780	0,0545	5,57	4,16	(3,26) [3,10]	
6,8	—	—	—	—	—	—	
—	78	—	—	—	—	—	Campione medio dei numeri 89 + 102
7,0	—	—	—	5,57	4,16	[3,10]	
—	—	—	—	—	—	—	
6,6	—	—	—	—	—	—	
—	88	—	—	—	—	—	
6,5	—	—	—	—	—	—	
—	88	—	—	—	—	—	Campione medio dei numeri 111 + 114
6,5	—	0,0760	0,0535	4,77	4,16	[2,91]	

Numero d'ordine		3 ^a serie	Ora	Punti di stazione	Condizioni meteorologiche e profondità di scandaglio	Profon. m	t° C
stazione	misure	Data					
8- <i>tris</i>	112	7- 4-1955	11	Sezione di: Nonio -Pescone	t. aria = 12,9° C coperto brezza da S. poida E. prof. 145 m	0,0	—
8- <i>tris</i>	113	7- 4-1955	—	—	—	142 -	—
8- <i>tris</i>	114	7- 4-1955	—	—	—	142 -	5,56
9- <i>tris</i>	115	7- 4-1955	12,30	A. Nord. della Se- zione Brole-Bor- ca	t. aria = 13,4° C prof. 64 m	0,0	—
9- <i>tris</i>	116	7- 4-1955	—	—	—	2 -	10,76
9- <i>trfs</i>	117	7- 4-1955	—	—	—	2 -	—
9- <i>tris</i>	118	7- 4-1955	—	—	—	30 -	5,80
9- <i>tris</i>	119	7- 4-1955	—	—	—	30 -	—
9- <i>tris</i>	120	7- 4-1955	—	—	—	58 -	5,59
9- <i>tris</i>	121	7- 4-1955	—	—	—	63 -	—
10- <i>tris</i>	122	7- 4-1955	14,15	Sezione di: Nonio -Agrano	t. aria = 12,8° C sereno brezza da S. W. prof. 130 m	0,0	—
10- <i>tris</i>	123	7- 4-1955	—	—	—	2 -	—
10- <i>tris</i>	124	7- 4-1955	—	—	—	2 -	10,80
10- <i>tris</i>	125	7- 4-1955	—	—	—	15 -	6,35
10- <i>tris</i>	126	7- 4-1955	—	—	—	30 -	5,73
10- <i>tris</i>	127	7- 4-1955	—	—	—	30 -	—
10- <i>tris</i>	128	7- 4-1955	—	—	—	68 -	5,59
10- <i>tris</i>	129	7- 4-1955	—	—	—	128 -	5,56
11- <i>tris</i>	—	7- 4-1955	16 30	Sezione di: Nonio- Pescone	t. aria = 13,9° C coperto brezza da S. W. prof. 143 m	—	—
11- <i>tris</i>	130	7- 4-1955	—	—	—	2 -	—
11- <i>tris</i>	131	7- 4-1955	—	—	—	10 -	7,74
11- <i>tris</i>	132	7- 4-1955	—	—	—	25 -	5,79
11- <i>tris</i>	133	7- 4-1955	—	—	—	50 -	—
11- <i>tris</i>	134	7- 4-1955	—	—	—	70 -	5,61
11- <i>tris</i>	135	7- 4-1955	—	—	—	80 -	—

TABELLA 7

m	Cu g/litro	Residuo secco		Ca mg/litro	Mg mg/litro	Durezza gradi francesi	Osservazioni
		180° g/litro	al rosso g/litro				
1,9	—	—	—	—	—	—	
—	73	—	—	—	—	—	
3,4	—	0,0760	0,0535	4,77	4,16	[2,91]	N.B. — Profondità massima misurata 145 m Campione medio dei numeri 111 + 114
3,9	—	—	—	—	—	—	
5,1	—	—	—	—	—	—	
—	78	—	—	—	—	—	
5,5	—	—	—	—	—	—	
—	86	0,0740	0,0535	5,57	4,25	(2,76) [3,14]	Campione medio da 2 e da 58 m
3,2	—	—	—	—	—	—	
—	80	—	—	—	—	—	
3,9	—	—	—	—	—	—	
—	58	—	—	—	—	—	
7,0	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	
6,5	—	—	—	—	—	—	
—	68	—	—	—	—	—	
6,2	—	—	—	—	—	—	
6,4	—	0,0675	0,0495	—	—	(2,76)	
—	—	—	—	—	—	—	
—	75	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	
6,5	—	0,0660	0,0426	—	—	—	Residuo Solfati 0,0754 g/litro
—	83	—	—	—	—	—	
6,2	—	—	—	—	—	—	
—	83	—	—	—	—	—	

TAVOLA 8

Numero d'ordine		serie	Ora	Punti di stazione	Condizioni meteorologiche	Profondità m	Cu g/litro	Osservazioni
stazione	misure							
A	136	8-4-1955	11 —	Lago Maggiore allineamento Fondo Toce-Isola Madre	Sereno	5	7	Serie di controllo per il rame nel lago Maggiore lungo l'allineamento Fondo Toce-Isola Madre
A	137	8-4-1955	—	Lago Maggiore allineamento Fondo Toce-Isola Madre	Sereno	46	12	
B	138	8-4-1955	12 —	Lago Maggiore allineamento Fondo Toce-Isola Madre	Sereno	5	7	
B	139	8-4-1955	—	Lago Maggiore allineamento Fondo Toce-Isola Madre	Sereno	50	7	
C	140	8-4-1955	12, 30	Lago Maggiore allineamento Fondo Toce-Isola Madre	Sereno	5	7	
C	141	8-4-1955	—	Lago Maggiore allineamento Fondo Toce-Isola Madre	Sereno	50	6	Serie dei controlli per il rame lungo il collegamento fluviale fra il lago d'Orta ed il lago Maggiore a Fondo Toce
C	142	8-4-1955	—	Lago Maggiore allineamento Fondo Toce-Isola Madre	Sereno	104	13	
α	143	29-11-1955	—	—	—	—	10	
β	144	29-11-1955	—	—	—	—	72	
γ	145	29-11-1955	—	—	—	—	28	
δ	146	29-11-1955	—	—	—	—	11	

METODI DI RICERCA SULLA PRODUTTIVITÀ DEL MARE

COSTANZO M. DE ANGELIS

LABORATORIO CENTRALE DI IDROBIOLOGIA

I. — PARTE GENERALE

Dato che i vegetali sono gli organizzatori della sostanza inorganica, è evidente che, in mare, essendo le loro forme fisse ridotte ad una limitata area costiera, il maggior stock vegetale sia determinato da tutte le piante fluttuanti, per la quasi esclusività microscopiche ed unicellulari, denominate col nome di fitoplancton (1), il cui studio sistematico ed ecologico risale alla metà del secolo scorso, quando cioè Hensen ne pescava i primi esemplari con retini di seta.

Il fitoplancton rappresenta pertanto il primo gradino nella scala della produzione di sostanza vivente nel mare, ed il suo studio è fondamentale non solo dal punto di vista ecologico e sistematico, ma specialmente per quello che concerne la conoscenza delle risorse di energia e del potenziale nutritivo.

Tra i molti metodi di indagine per lo studio della produttività marina si è fatto largo uso della biologia, della chimica e della fisica, spesso usate in stretta collaborazione una con l'altra, ma bisogna innanzitutto far rilevare come, quando ci introduciamo nello studio oceanografico di una data area marina, molti elementi che ben conosciamo, quali ad esempio venti, correnti, sali nutritivi, circolazione verticale delle acque,... siano spesse volte di ben difficile stima, quando vogliamo studiare le loro interrelazioni e influenze rispetto all'equilibrio della catena del ciclo alimentare.

Appare così necessaria una breve premessa per meglio mettere in evidenza cosa si intenda, da quali fattori sia influenzato e come si studi il problema che va generalmente sotto la denominazione di produttività.

Stabilito che il ruolo delle piante nel metabolismo marino sia quello di produrre la sostanza organica per mezzo dei processi fotosintetici, il fine delle ricerche è dunque il calcolo dell'ammontare di detta sostanza organica.

(1) Il termine plancton fu definito da Hensen nel 1887 e poi adottato come termine corrente in Oceanografia.

Tale misura può essere considerata come:

stima diretta: la misura della quantità di organismi (densità, volume totale, peso) presenti in un momento determinato ed in un'area considerata, cioè a dire quello che gli anglosassoni chiamano *standing crop* (= *quantità attuale*);

stima indiretta: la quantità di sostanza organica prodotta in un'area unitaria di superficie marina durante un certo periodo di tempo, cioè la *produttività* (Braarud, 1935).

I due problemi, come è evidente hanno molti punti di affinità, ma abbracciano due campi differenti. Mentre da un lato si vuole calcolare la quantità di sostanza organica attualmente presente, dall'altro si vuole computare la capacità produttiva di questa sostanza organica.

Sverdrup (1952, cap. XIX), trattando della produzione organica del mare, distingue una *produzione primaria* (produzione lorda) che può essere *produzione per unità di volume* (quantità di sostanza organica sintetizzata in una unità di tempo ed in una unità di superficie) oppure *produzione per unità di area* (quantità di sostanza organica sintetizzata in un tempo unitario, in una sezione-area unitaria, in una colonna d'acqua che si estende dalla superficie al fondo del mare), ed una *produttività*, definitiva come la capacità di produrre.

Braarud (1935) considera, riferendosi ad una popolazione fitoplanctonica formata da una popolazione vivente in un determinato volume di acqua, ove non vi sia perdita di individui:

$$O = n \cdot o \cdot 2^p - n \cdot o = n \cdot o (2^p - 1) \quad [1]$$

se vi è sottrazione di sostanza organica, la produzione totale sarà data dalla somma delle produzioni parziali:

$$O = O_a + O_b + O_c + \dots O_m \quad [2]$$

essendo la popolazione planctonica composta da diverse specie, la produzione organica, in un certo tempo, sarà:

$$O = O_1 + O_2 + O_3 \dots O_x$$

ove $O_1, O_2 \dots$ rappresentano una somma, come espresso nella [2].

La crescita di popolazione sarà dunque, in condizioni costanti, legata al numero delle cellule iniziali ed alla loro velocità di moltiplicazione; mentre la quantità totale di sostanza organica dipenderà anche dalla grandezza delle cellule stesse, dalle specie cui appartengono, dal loro stato di attività, dalla quantità di sostanza organica in esse presente e sarà pure una risultante del loro stato fisiologico, durante ogni singolo periodo di tempo.

(1) Dove: O è la quantità di sostanza organica prodotta; n il numero iniziale delle cellule; o la quantità di sostanza organica in una cellula; p il numero delle divisioni cellulari: il tutto durante un tempo determinato.

I fattori che influenzano la crescita dello stock di popolazione, cioè le condizioni fisiologiche del fitoplancton sopra menzionate, in accordo con Braa-
ad, possono essere definiti « fattori diretti di produttività », mentre un'altra
rie di fattori, chiamati « fattori indiretti di produttività », possono influenzare
produttività stessa, solo attraverso i loro effetti sui fattori diretti.

Fattori diretti di produttività

FATTORI CHE REGOLANO DIRETTAMENTE LE FUNZIONI ENERGETICHE DELLE CELLULE

Fonti di energia. — La luce è necessaria per la fotosintesi ed il suo effetto
ria, non solo alle diverse ore del giorno, ma anche nelle diverse stagioni,
tto diverse condizioni del cielo e in rapporto alla turbolenza delle acque. I
ncipi della penetrazione della luce nell'acqua sono compendati, tra l'al-
to, da Sauberer e Ruttner (1941).

Schreiber (1927) e Stanbury (1931) hanno studiato sperimentalmente le
e influenze su alcune specie di fitoplancton, Clarke (1933) ha studiato le migra-
oni del plancton nel Golfo di Maine in correlazione all'illuminazione sottoma-
na, le relazioni generali tra intensità luminosa e biologia nel Nord Atlan-
co (1936), le variazioni di intensità luminosa sottomarina a Woods Hole
(1938).

Jenkin (1937) ha studiato il problema in rapporto alla produzione di ossi-
geno, mentre, riferendosi alla quantità di luce, Tamara (1951) osserva che il
asso fotosintetico, alle basse intensità luminose da lui usate, è proporzionale
all'energia luminosa, divisa per la lunghezza d'onda, alle lunghezze d'onda
ra 520 e 680 m μ mentre, facendo rapporto alla quantità di clorofilla presente
i estratti di vegetali marini, anche Haxo e Blinks (1950) danno notizie su
sperimenti con alghe brune. In generale si rileva che negli strati superficiali,
la fotosintesi è inibita durante l'intensa illuminazione, specialmente se la luce
supera 0,16 g. cal. per centimetri cubo/per min., determinando contrazione
ei cloroplasti, che potrebbe essere prodotta dai raggi ultravioletti, mentre la
profondità alla quale fotosintesi e respirazione si compensano (strato di com-
pensazione), è naturalmente diversa nelle diverse stagioni dell'anno e dipende
da svariati fattori. In natura è possibile calcolare approssimativamente lo strato
di compensazione, dato che la quantità di ossigeno disciolto nell'acqua di mare
rappresenta un valore minimo alla profondità in cui il punto di compensazione
scilla da una stagione all'altra.

Non si può affermare a quale profondità si trovi l'*optimum* di illumi-
nazione per il fitoplancton, nè quale esso sia, variando il primo fattore in
relazione a molteplici cause ed il secondo da gruppo a gruppo e da specie a
specie.

Il grafico riprodotto dà una idea approssimativa delle relazioni tra l'intensità luminosa e l'attività fotosintetica per *Chlorella*, a varie temperature.

Tenendo presente che il rapporto tra l'intensità luminosa e la profondità varia a seconda della latitudine, delle stagioni e della trasparenza delle acque, possiamo distinguere una:

zona eufotica (fino a 80 metri o sotto), ad intensa illuminazione;

zona disfotica (da 80 metri a 200 metri), molto scarsamente illuminata,

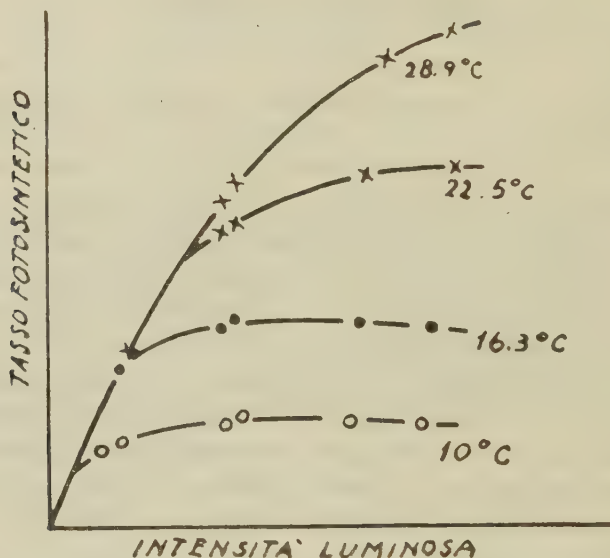


FIG. 1. — Relazioni tra il tasso fotosintetico e l'intensità di illuminazione a differenti temperature per *Chlorella* (da WASSINK ed altri, 1938). Intensità luminosa più alta = $1.75 \cdot 10^4$ erg/cm²/sec.

nella quale non si trovano altro che vegetali affondati dagli strati superiori e non si ha produzione effettiva di piante;

zona afotica (sotto i 200 metri), vi abitano solo predatori e mangiatori di detrito.

In generale la zona più ricca di fitoplancton si trova tra i 15-50 metri (Allen, 1928), ma ciò non significa necessariamente che in questa zona si abbia sempre una maggiore produzione di ossigeno e quindi un più alto tasso fotosintetico.

Si può dire, riassumendo, che la luce influisce sulla fotosintesi regolandone l'intensità più direttamente che ogni altro fattore, ma la luce stessa influisce in funzione di:

Fattori atmosferici

ora del giorno;
latitudine;
stagione;
stato del cielo.

Fattori ambientali

trasparenza delle acque;
temperatura delle acque;
carattere delle acque;
tasso respiratorio globale ad una data profondità;
densità del plancton.

Per maggiori notizie sulla intensità luminosa nei diversi mari in rapporto al fitoplancton ed alla attività fotosintetica (in Mediterraneo pare che le alghe verdi bentoniche si trovino, ad esempio, fino a 100 metri di profondità) si veda, tra l'altro, ai lavori di Gran (1927), Gaarder e Gran (1927), Atkins e Hole (1930), Clarke e Oster (1934), Gran e Braarud (1935), Clarke (1936), Jenkins (1937), Steemann Nielsen (1952), Ryther (1956a), Yentsch e Ryther (1957), Doty e Oguri (1957).

L'ossigeno è necessario per la respirazione dei vegetali. Durante la fotosintesi abbiamo produzione di ossigeno, mentre a bassa illuminazione o nella zona disfotica, i vegetali marini usufruiscono dell'ossigeno libero nelle acque e i loro processi metabolici. Il « punto di compensazione » rappresenta lo stato in cui la quantità di ossigeno prodotta eguaglia la quantità di ossigeno consumata. Questo strato naturalmente varia da zona a zona (vedi anche pag. 161). La quantità di ossigeno prodotto può essere presa come indice della produzione organica.

Clarke e Oster (1934) hanno studiato il metabolismo delle Diatomee in una associazione planctonica mista di fito e zooplancton, ottenendo alti valori trovati appunto alla presenza dei vari gruppi animali e vegetali.

FATTORI CONCERNENTI LE RISORSE ALIMENTARI.

L'anidride carbonica è presente nell'acqua marina sotto forma di equilibrio chimico complesso fra CO_2 libera e combinata, la quale ultima, specialmente quale anione idrocarbonico, partecipa all'equilibrio parziale del sistema idrogeno carbonati (insolubili), bicarbonati (solubili) e tensione parziale del O_2 nella fase gassosa: l'aria.

Questo complesso equilibrio dipende molto dalla temperatura e, meno sensibilmente, dalla salinità.

Tali composti sono sempre notevolmente abbondanti nelle acque marine e, pertanto, questo fattore non dovrebbe mai costituire un elemento limitante la produzione del fitoplancton (non così nelle acque dolci), in quanto l'idrolisi dei bicarbonati rifornisce largamente la quantità di CO_2 consumata dai vegetali. Non sappiamo ancora se esista un meccanismo per il fissaggio dell'anidride carbonica specificatamente associato con la fotosintesi, dato che tutte le conoscenze che abbiamo sui sistemi enzimatici che concernono il metabolismo della anidride carbonica si riferiscono ai processi in ambiente oscuro e quindi poco interessano i fattori che influiscono sulla produttività marina.

Sali nutritivi in soluzione, altri elementi ed elementi oligodinamici. — Lo sviluppo del fitoplancton è limitato, secondo la legge di Liebig, all'elemento presente in minima quantità. Dato questo postulato, tenendo presente che i sali minerali, specialmente il fosforo e l'azoto, sono necessari per lo sviluppo del fitoplancton, bisogna considerare altresì la presenza dei sali minerali nel

loro insieme, sia degli elementi presenti in più larga quantità, che, e soprattutto quelli presenti scarsamente, come ad esempio il ferro.

Brandt (1899) emise l'ipotesi che la crescita delle Diatomee fosse legata alla quantità di sostanze nutritive che queste trovano nello strato eufotico. Atkin (1923), Schreiber (1927), Braarud e Føyn (1931), Harvey (1939) confermano con i loro lavori, la validità della legge di Brandt, dimostrando altresì che il fitoplancton utilizza anche i nitriti ed i sali di ammonio.

Da esperimenti sulla velocità di divisione di diverse specie di Diatomee in culture, condotti da Braarud (1945), si deduce che le specie più piccole (che hanno un grande rapporto tra superficie e volume) crescono più rapidamente che non le specie più grandi, se l'illuminazione è continua; Harvey (1957) spiegherebbe così il fatto che le acque calde delle aree temperate sono abitate in estate, o quando la concentrazione dei sali nutritivi è bassa, da specie più piccole di quelle delle aree fredde e ricche in sali nutritivi.

Molti lavori si riferiscono all'importanza dei vari sali in soluzione nelle acque, sia degli elementi principali, che di quelli che si trovano in minima quantità. Dalla ricchezza o no dell'insieme di questi sali si può dedurre, come spesso è stato fatto, la capacità produttiva di un'area marina; così, ad esempio la povertà del Mediterraneo è sempre stata attribuita alla carenza specialmente di P, mentre le correnti ascendenti che si osservano in alcune zone marine con la ricchezza di sali che portano dalle zone più profonde, sono costantemente indice di ottime condizioni ambientali per il plancton in generale.

I componenti che in mare si trovano in maggiore quantità sono i sali di sodio, di magnesio, di calcio, di potassio, di stronzio, i cloruri, i solfati, i bromuri, i carbonati, i sali di boro e di fluoro, ecc., mentre in minore quantità troviamo l'arsenico, il rame, il ferro, il manganese, lo iodio, il silicio, l'azoto, il fosforo, lo zinco, ecc.

FATTORI RIGUARDANTI IL TASSO METABOLICO DELLE CELLULE.

La temperatura influenza il tasso metabolico del plancton regolandone, ad esempio, il ritmo di moltiplicazione. Schreiber (1927) osservò che due specie di *Biddulphia*, *B. aurita* e *B. sinensis*, sono forme che si incontrano in differenti stagioni e fece interessanti esperimenti con colture di queste Diatomee. Barke (1935) ha osservato, in cultura, il ritmo di moltiplicazione della *Nitzschia closterium*.

In generale non molto si sa sull'*optimum* dell'accrescimento delle diverse specie, ma è certo che vi sono forme di mari freddi, temperati e caldi, che si trovano di preferenza in queste zone e che vi prosperano sotto determinate condizioni di temperatura.

Cleve (1900) aveva già determinato dei « tipi planctonici » distinguendo forme: artiche, boreali, temperate e tropicali.

Queste specie o gruppi si possono naturalmente « spostare » con i cambiamenti stagionali, anche se per spostamenti non si devono intendere migrazioni bensì accrescimento numerico in una determinata area, dovuto al multipli-

rsi di un numero iniziale talora esiguo di individui, per sopravvenute ottime condizioni ambientali.

Tuttavia il sorgere improvviso di fioriture planctoniche, non può sempre mettersi in diretta relazione alla temperatura, ma piuttosto a fattori secondari determinati dalla temperatura oppure da questa e da altri fattori ad essa legati.

La *salinità* influisce nel mantenimento dei rapporti osmotici tra l'ambiente e il protoplasma (Beadle, 1943) anche se la capacità di regolazione osmotica varia da specie a specie (forme eurialine e stenoaline), come varia l'adattamento alle condizioni e variazioni di temperatura (forme euriterme e stenoterme). La salinità presenta poi diversità nei mari interni, rispetto agli oceani, come ad esempio nel mar Baltico, ove le condizioni possono essere tali da determinare la prevalenza di forme eurialine.

Da ciò si deduce che l'azione della salinità è selettiva e determina la composizione od i tipi di specie che formano una comunità, anche se la composizione chimica del mare, in rapporto alla vita del fitoplancton, non può superare certi limiti.

Le acque salmastre, come il mar Baltico, sono esempi di particolari ambienti marini abitati da specie eurialine e di acque a salinità molto bassa, mentre il Mediterraneo si presenta come un bacino a salinità più alta del normale, con peculiarità di flora e fauna che si debbono attribuire solo in minima parte alla più elevata salinità.

In generale, in determinate aree costiere molto ristrette, il fitoplancton talora costretto a sopportare temporanee, forti variazioni di salinità, che distruggono rapidamente una popolazione ed alle quali solo poche forme fortemente eurialine sopravvivono, ma probabilmente non si riproducono, anche se talora sono state osservate le loro spore durevoli.

pH, contenuto in calcio e fattori simili. — Il pH non ha, nell'ambiente marino, degli sbalzi notevoli, tali da procurare inibizioni nel ciclo di vita del fitoplancton, anche se, durante i periodi di rapido sviluppo delle popolazioni algali, il pH può aumentare, a causa della grande quantità di acido carbonico utilizzato dalle alghe durante la fotosintesi.

Altri composti, come il calcio ed il silicio, sono utilizzati da piante ed animali per la formazione dei loro scheletri.

Per quel che riguarda l'anidride carbonica vedi pagina 163.

FATTORI CHE INFLUISCONO SULLA DENSITÀ DEL FITOPLANCTON NELLA ZONA EUFOTICA.

Se si tiene presente il modo di riproduzione del fitoplancton marino e se si considera che (Braarud, 1935) in uno stock originario di 500 cellule per litro, una perdita del 10% produce una differenza finale che, dopo nove divisioni, sarà di 144.498 cellule per litro, ben si comprende l'influenza di una perdita, pur piccola, sul variare totale di una popolazione dopo un certo

tempo, anche tenendo presente che, in natura, il numero delle cellule, tra una divisione e l'altra, non rimane costante a causa del continuo depauperamento da parte degli animali fitofagi.

Ciò premesso, consideriamo i due fattori che influenzano, in maniera secondaria, la densità di una popolazione di fitoplancton, e cioè il consumo da parte dei fitofagi e l'affondamento.

Depauperamento. — L'equilibrio di una popolazione planctonica è secondo Harvey ed altri (1935) regolato principalmente dalla reciproca relazione fitoplancton-zooplancton. Periodi di grande ricchezza di fitoplancton sono generalmente seguiti da periodi in cui lo zooplancton, trovando una buona pastura, si accresce proporzionalmente sempre più e, dopo un certo tempo, la popolazione fitoplanctonica comincia naturalmente a decrescere. Devèze (1952) dà grande importanza, nella regolazione del ciclo biologico marino, al ruolo giuocato dai Batteri e conclude che le fluttuazioni cicliche degli animali planctonici si possono considerare come delle vere successioni di popolazioni per incatenamento, in cui lo zooplancton sarà sotto l'indiretta dipendenza del fitoplancton ed aggiunge che il legame tra questi è assunto dalle popolazioni intermedie di Batteri e Protozoi.

Per ulteriori informazioni sul problema, si rimanda anche a Fleming (1939), Riley (1946), Riley e von Arx (1949) e Riley (1953 b).

L'affondamento, cioè lo sprofondamento, avviene per variazioni del pesc specifico. Otward (1903) mise in luce come la velocità minima di affondamento per gli organismi planctonici sia proporzionale alla resistenza della forma ed alla viscosità del liquido, considerando che la viscosità è funzione delle temperature ed, in grado minore, della salinità.

Il fitoplancton che affonda oltre la zona eufotica può considerarsi avulso dal ciclo della materia vivente e Gran (1915) ha dimostrato come in primavera grandi quantità di fitoplancton lentamente affondino al disotto di tale zona.

Nella zona eufotica bisogna considerare anche che, per lo meno alcune specie, sono capaci di adattamento a variazioni di intensità luminosa (Harvey 1939).

L'importanza dello sprofondamento per la vita planctonica è anche provato da tutti gli accorgimenti con cui la natura cerca di ridurre questo fattore, sia negli organismi vegetali, quanto negli animali.

Il *trasporto verticale* giuoca anch'esso un ruolo importante in quanto rappresenta un movimento da zone più illuminate a zone meno illuminate e, nel caso estremo, da zone illuminate a zone oscure o viceversa.

Il plancton trasportato in basso verrà naturalmente a depauperare lo strato superficiale e, se il trasporto si esaurisce allo strato eufotico, sarà solo questione di un cambiamento di quantità di attività mentre, se interessa anche lo strato inferiore, determinerà una totale perdita di individui.

Le correnti ascendenti potranno naturalmente riportare alla superficie parte di questi individui, arricchendo così parzialmente gli strati superficiali.

Infine bisogna considerare come il trasporto orizzontale del fitoplancton sia un fattore molto importante e non necessariamente negativo nel ciclo biologico ed ecologico marino.

Fattori indiretti di produttività

I fattori che influiscono indirettamente sulla densità di una popolazione fitoplanctonica sono rappresentati dalla dinamica delle acque, dagli apporti pluviali, dalla posizione geografica, dalle condizioni meteorologiche e batimetriche, ecc., tutti fattori che sono legati ai fattori diretti e che non debbono necessariamente essere considerati negativi. Taluni, come le correnti ascendenti, sono anzi fattori positivi, in quanto apportano, prescindendo dagli organismi affondati, nuove quantità di sali nutritivi dagli strati più profondi.

Tuttavia è ben difficile precisare il modo in cui molti fattori influiscono; quanto, e se positivamente o negativamente, dato, ad esempio, che le piogge hanno da noi scarsa importanza, ed i venti possono essere favorevoli o no, a seconda della loro direzione ed intensità.

Concludendo, l'unico mezzo per conoscere l'effetto di questi fattori è la diretta osservazione in una determinata zona sia del loro andamento sia delle loro fluttuazioni nel tempo.

Metodi per la stima diretta ed indiretta del fitoplancton

Nel seguente capitolo vengono brevemente descritte alcune delle tecniche generalmente usate per la stima diretta ed indiretta del fitoplancton.

La stima diretta si basa sulla valutazione della reale quantità di sostanza organica presente in una data area e può generalmente essere calcolata come volume di organismi, loro peso, loro numero, in una data zona ed al momento del campionamento.

La stima indiretta invece si basa sul calcolo della concentrazione di alcune sostanze presenti nell'ambiente ove il fitoplancton si accresce e che con detto fitoplancton si trovano in stretto rapporto. Tali sono i sali nutritivi (nitrati e fosfati), l'ossigeno..... Più recentemente anche l'introduzione sperimentale di sostanze radioattive ed il calcolo della loro assimilazione, da parte del fitoplancton, ha dato un altro indice di rapporto per il calcolo della produttività marina.

Stima diretta

Valutazione in peso e volume. — La valutazione in peso dà una idea piuttosto approssimativa della quantità totale di sostanza prelevata. Può essere *peso* vivente *umido* di sostanza, ma tale procedura è molto grossolana in quanto comporta anche l'acqua contenuta necessariamente nel plancton umido; più sovente si usa il *peso-secco*, cioè peso di un saggio di plancton seccato ad una temperatura leggermente superiore ai 100° C.

Il volume si determina generalmente mediante la sola sedimentazione del materiale raccolto in un tubo graduato. Tuttavia si sono usate anche particolari apparecchiature quali, ad esempio, imbuto graduati di forma allungata (imbuto di Sedgwich-Rafter) oppure particolari apparecchiature per il filtraggio del plancton attraverso filtri di carta e calcolo del volume iniziale e di quello finale dell'acqua dopo il filtraggio; la differenza dà il volume del plancton presente nel campione. Anche in questo caso possono essere descritti vari apparecchi per mezzo dei quali gli errori riguardanti tale tecnica vengono ridotti (Berardi, 1953; Frolander, 1954; Yentsch e Hebard, 1957).

Con tali metodi, si possono avere errori di portata notevole, per ciò che riguarda specialmente il fitoplancton, quando si consideri la difficoltà di dividere il fitoplancton dallo zooplancton e dalle altre sostanze in sospensione nelle acque. In più si deve anche considerare la possibilità di perdere della sostanza organica durante il riscaldamento. Per tali ragioni i metodi daranno risultati grossolani che mal si addicono ad una ricerca accurata.

Metodo del conteggio. — Per associare scopi quantitativi ed ecologici il metodo del conteggio è migliore e più preciso del precedente, sia se il materiale viene studiato vivente dopo centrifugazione (ad esempio Lohmann, 1908 e Hentschel, 1932) sia se conservato (Gran, 1912 b). I campioni possono essere raccolti con bottiglie a chiusura mentre il metodo dell'aspirazione di un determinato volume di acqua per mezzo del pompaggio (Birge e Juday, 1922) e il suo successivo filtraggio, oppure la pesca con retini, presentano un più largo margine di errori, dato che attraverso le maglie possono sfuggire i piccoli elementi del nanoplancton.

Il conteggio può avvenire a microscopio normale, usando l'emicitometro, le camere di Sedgwich-Rafter — (la cellula ha 1 cc. di volume ed è formata da una base di vetro, una parete di vetro cementata sulla base e coprioggetti di vario spessore in funzione degli obiettivi che si usano) per il cui uso si rimanda a Gilbert (1942) Serfling (1949) e Kutkuhn (1958) —, con le cellule di Palmer e Maloney (1954) od altri tipi citati nelle letterature.

Utermöhl (1931) introduceva infine per le acque dolci il metodo poi usato da Steemann Nielsen nel 1932 per la flora pelagica marina.

Si tratta, mediante uno speciale microscopio (microscopio Utermöhl) cioè con l'obiettivo al disotto, anziché al disopra dell'oggetto da esaminare, di contare il numero di cellule contenute in un determinato volume di acqua (5 cc, 25 cc, 50 cc, 100 cc), posto in un cilindretto di vetro il cui fondo è costituito da un vetrino coprioggetti. Il fitoplancton contenuto nel campione si deposita sul fondo del cilindro. La tecnica consiste nell'omogeneizzare il campione (1) da esaminare, riempire la camera di vetro, o cilindro, col volume

(1) Il campione sarà stato raccolto, nel metodo *standard*, con una bottiglia a rovesciamento od a chiusura alla profondità voluta, e versato, appena giunto alla superficie, in un recipiente di circa 250 cc. Il fissaggio avviene generalmente con formalina al 2%, neutralizzata con NaOH.

chiesto di campione omogeneizzato, lasciar sedimentare da 2-24 ore. L'osservazione al microscopio, fornito di reticolo all'oculare, richiede molto tempo e sforzo visivo, e consiste nel contare le singole cellule isolate o quelle che formano colonie come ad esempio la *Nitzschia* od i *Chaetoceros*, e nel computare il loro numero secondo la specie od il genere, risalendo poi alla loro densità per mc di acqua marina.

Nielsen (1950) descrive un apparecchio col quale è possibile estrarre dalle camere di sedimentazione le cellule che si vogliano osservare con maggior dettaglio, ciò che naturalmente facilita la classificazione di forme dubbie o difficilmente identificabili al microscopio Utermöhl.

Tale tecnica è stata talora modificata, sia perchè rispondesse a particolari esigenze di lavoro (ad es. Grøntved, 1949), sia perchè rispondesse alla condizione di ambiente di una determinata area. In mari poveri, come il Mediterraneo, il fitoplancton è generalmente scarso, e di qui la necessità di raccogliere un maggiore volume di acqua da concentrare per sedimentazione, centrifugazione o filtraggio, prima ancora di raccogliere il saggio per il conteggio.

A questo proposito, Aleen (1919) ha criticato il metodo della centrifugazione, rilevando la perdita (di circa il 30%) di individui che si determinano. Gran ottenne, nei suoi esperimenti, risultati analoghi.

Per il conteggio dei campioni di fitoplancton è perciò opinione comune che la sedimentazione sia il mezzo più sicuro perchè, anche se scomodo, evita di ridurre la perdita delle cellule molto piccole (ad es. le Coccolitofore), e non deforma nè rompe i gusci silicei.

Attualmente, per il conteggio, sono stati fabbricati cilindretti di plastica di forma identica a quelli di vetro, ma con la modifica di essere smontabili, cioè di poter asportare, mediante slittamento su un sostegno, la parte superiore della camera, mentre la parte inferiore, con il plancton che si è sedimentato, resta intatta per l'osservazione (camera scomponibile Zeiss).

Bernard (1939), nel Mediterraneo, affina la tecnica del conteggio, dividendo il fitoplancton in gruppi di dimensioni standard; egli considera categorie di cellule con *diametro* grande, medio e piccolo, e *volume* di individui grande, medio e piccolo, dando così alla numerazione un significato anche volumetrico, nella quantità del plancton presente.

Data la difficoltà di contare organismi molto piccoli, si è talvolta usato, anche in oceanografia, il metodo di preparare sospensioni diluite di cellule, incubarle, e studiarle dopo che si sono accresciute di numero (Aleen, 1919; Knight-Jones, 1951 e Ballantine, 1953), come viene pure fatto in batteriologia.

Il conteggio poi, anche se effettuato al microscopio normale e con l'emicirometro, può dare una precisa idea delle variazioni in percentuale di una popolazione, come ad esempio in Rampi (1954). Avere la possibilità di sapere, anche a grandi linee, le variazioni relative di popolazione di una certa area riveste un interesse particolare pure per argomenti di ordine pratico, quali ad esempio quello degli indicatori biologici, sia come indici di differenti masse d'acque con diverse condizioni idrografiche (Cleve, 1900; Gran e Braarud, 1935; Russel, 1939), sia in rapporto ai movimenti del pesce azzurro.

Fatti positivi del metodo del conteggio sono tra l'altro che, anche se non si può considerare privo di errori, esso ci dà tuttavia il numero delle cellule presenti nel campione, permettendo di dividerle dalla sostanza organica e dal detrito, di computare il fitoplancton e lo zooplancton e le loro diverse specie separatamente, di poter dar conto anche di un piccolo numero di individui eventualmente presente, che ben difficilmente si potrebbe rilevare in altro modo.

Un tale lavoro, specialmente se integrato da dati fisico-chimici e sui sali nutritivi, ben chiarisce l'andamento dello *standing crop* e dell'ecologia di una determinata area; usando poi il metodo di dividere gli organismi in classi di taglie, l'errore di una stima generale si riduce notevolmente.

Elementi negativi sono rappresentati dal fatto che il conteggio non ci dà notizie sul contenuto in sostanze organiche delle cellule vegetali e degli errori manuali nei quali naturalmente si incorre, specialmente quando facciamo sedimentare campioni di plancton scarso e nei quali un piccolo errore di conteggio od una variazione di volume possono portare ad un maggiore errore di valutazione, oppure in campioni ricchi di detrito, quando si deve cioè prima diluire il campione e poi conteggiare, nel tentativo di far sì che le cellule non restino coperte dal detrito stesso.

Per stime indicative sulla quantità di plancton in mare viene invece usato « l'indicatore planctonico Hardy » che, pertanto, non trova utile applicazione in aree povere, quali il Mediterraneo; per la sua descrizione si rimanda a Gloves (1953).

Stima indiretta

Indici chimici di rapporto — Osservazioni basate sul rapporto tra le sostanze chimiche presenti nel mare ed il fitoplancton non mancano e, considerando che in una determinata area eufotica l'ammontare della sostanza organica, oltre che dalle variazioni ambientali che lo condizionano, è dato dall'equilibrio tra il consumo e produzione di elementi nutritivi, i cambiamenti di concentrazione delle sostanze nutritive del mezzo possono ben essere considerati come indici di produzione.

Redfield (1934) e Cooper (1938) dimostrano l'esistenza di un costante rapporto tra carbonio, azoto, e fosforo, contenuto nell'acqua marina e quello contenuto nel plancton.

$C : N : P = 100 : 15,4 : 1,88$ in peso nel plancton;

$C : N : P = 100 : 16,7 : 1,85$ in peso nei campioni di acqua di mare
equivalente al rapporto;

$140 : 20 : 1$ espresso in mg-atomo.

Tuttavia questo campo di ricerche, più che studiare la reale produttività di una determinata area, investiga le relazioni tra il consumo di sali nutritivi e la crescita del fitoplancton.

Dato che sarebbe troppo lungo passare in rassegna tutti i lavori sui nitrati e fosfati, in rapporto al fitoplancton, editi sino ad ora, per maggiori informazioni si rimanda, oltre che a Redfield e Cooper, ad Atkins (1923, 1928, 1930, 1932), Moore (in Jonstone, Scott e Chadwich, 1924), Brandt (1929), Harvey ed altri (1935), Russel (1935), Fleming (1940), Kentchum (1951, 1954), Lewil (1955), Steele (1956, 1957).

Metodo della clorofilla. — In un certo senso in relazione con gli indici chimici di rapporto si può riferire il metodo della clorofilla, in quanto si basa sulla valutazione di una sostanza chimica, come indice dello *standing crop* del suo variare. Non per nulla Grahan (1943) definisce le clorofille *enzimi direttamente responsabili della produzione organica*. Per mezzo di questo metodo possiamo studiare anche la crescita in colture e la determinazione del tasso fotosintetico di un volume di alghe o fitoplancton.

La metodica fu applicata da Krepš e Verjbinskaya (1930) nel mare di Gdansk, con la misura spettrofotometrica di estratti di plancton in alcool al 96% e la determinazione di unità assolute per metro cubo.

Harvey (1934) estrae il pigmento dal fitoplancton con acetone e confronta i suoi estratti con « unità di colore o pigmento » arbitrarie; si tratta cioè di soluzioni colorate *standard*, che l'autore prende come termini di paragone (cromato di potassa e solfato di nichel) usandole a differenti concentrazioni: i suoi risultati sono espressi in unità di pigmento per mc. Una unità di pigmento Harvey corrisponde a $0,88 \pm 0,01$ mg di clorofilla (Riley, 1938a) od all'equivalente di $3,3 \times 10^{-3}$ mg di carbonio organico.

Krey (1939) determina la clorofilla estratta dal fitoplancton con alcool metilico, usando uno spettrofotometro di Pulfrich. Le letture vengono fatte a 666 e 430 m μ , per poter separare la clorofilla dai carotenoidi, dato che le due lunghezze d'onda rappresentano i massimi di assorbimento dei due pigmenti. Con questo metodo si può anche calcolare le differenze quantitative esistenti tra i due pigmenti, mentre rapporti assoluti sulla quantità del pigmento venivano fatti rapportando i dati ad una soluzione campione contenente un millesimo di clorofilla in cento cc di alcool metilico.

Harvey (1934), Krey (1939), Pace (1941) cercano di dare un equivalente tra numero di cellule ed unità di pigmento o gamma ($1 \mu = 10^{-6}$ g.) di clorofilla ma, considerando la grande differenza del contenuto in clorofilla delle diverse specie di fitoplancton, non ci si dovrebbe attendere che una serie di conteggi variasse perfettamente in accordo con le variazioni del contenuto totale di clorofilla del plancton.

Altre stime di clorofilla in natura furono anche fatte da Kalle (1937), Riley (1938a, 1938b, 1939, 1941a, 1941b, 1947), Gessner (1937, 1949), Steemann Nielsen (1940), Gardiner (1943, 1947), Riley e Golgy (1948), Tucker (1949), Kalle (1951) con la determinazione della fluorescenza in una soluzione di acetone, Atkins e Parke (1951) che ci dà una stima del fitoplancton filtrato con filtri di collodio o di carta, estraendo il pigmento in soluzione acquosa di acetone, mentre mantiene stabile il pH con aggiunta di allu-

minati, Atkins e Jenkins (1953), Jenkins (1955), Steele (1956), Marshall (1956) usa oltre ai filtri Whatmann n. 42 ed alla centrifugazione, filtri «millipore» AA per il filtraggio dei campioni ed estrae in alcool metilico al 90% od acetone al 90%; gli estratti vengono poi letti al colorimetro fotoelettrico Klett Summer-son, mentre letture occasionali di paragone vengono anche fatte allo spettrofotometro di Beckman usando, in questi casi, la formula esposta nel lavoro di Richard e Thompson (1952) per la determinazione della clorofilla «a» e per trar fuori il fattore di convenzione per le letture Klett.

Durbury e Yentsch (1956), Doty e Oguri (1957), Yentsch e Ryther (1957) ed altri studiano le variazioni diurne e notturne di clorofilla nel fitoplancton raggiungendo i risultati riportati nello schema (da Yentsch e Ryther, 1957).

Richards e Thompson (1952) danno una descrizione particolareggiata della tecnica che può usarsi nella determinazione della clorofilla, che è quella che attualmente viene più usata. In un lavoro preliminare (Richards, 1952) vengono riportati gli spettri di assorbimento delle clorofille e dei carotenoidi delle Diatomee e dei Dinoflagellati e delle alghe brune in soluzioni di acetone al 90%, dato che gli AA. hanno osservato che tale soluzione ha una maggiore attività sui pigmenti provenienti da cellule vegetali che non una soluzione all'80% o di acetone puro.

Il metodo proposto da Richards e Thompson, permette la simultanea determinazione della clorofilla «a», «b», «c», e di due tipi di carotenoidi. Con tale metodo si dovrebbe avere: a) *a measure for the potential of the plankton for absorbing radiant energy for photosynthesis*; b) *some procedure of the extent and stage of development of the phytoplankton*, and c) *a possible measure of the presence of animal grazing on the crop*. Il metodo è lo sviluppo naturale delle ricerche specialmente di Harvey (1934), Graham (1943), Krey (1939), Riley (1938), Tucker (1949), e può andare incontro alle necessità di

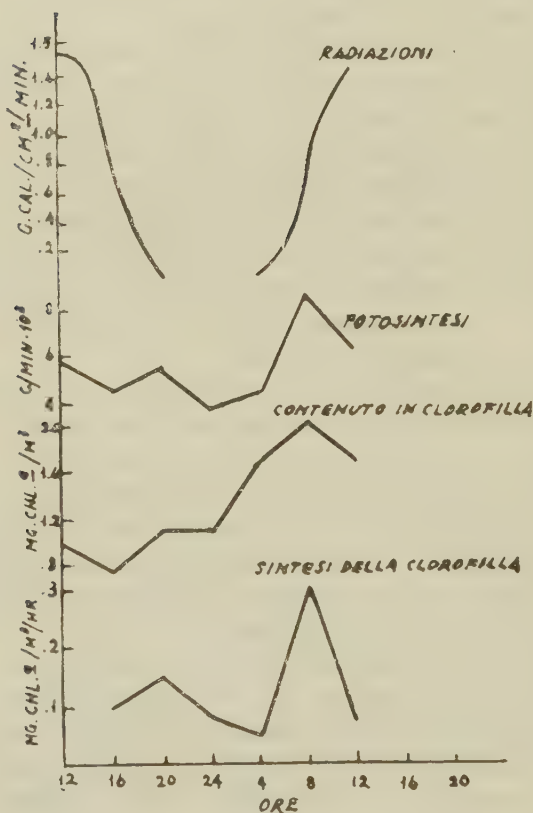


FIG. 2. — Variazioni della clorofilla nel fitoplancton

A - Radiazione solare in situ.

B - Fotosintesi a 2000 f. c. come risulta da 15 minuti di esperimento con C¹⁴.

C - Contenuto di clorofilla in situ.

D - Sintesi della clorofilla «a» a 2000 f. c. (ciascun punto rappresenta la sintesi durante le precedenti quattro ore. (da YENTSCH e RYTHER, 1957).

terminare i pigmenti a bordo, specialmente se si usano filtri « millipore » come in Creitz e Richards (1955).

La semplicità della metodica è, in verità, molto conveniente a questo fine; a bordo si può filtrare una adeguata quantità di acqua raccolta (a cui sia aggiunto circa 0,1 g di carbonato di magnesio polverizzato, per mantenere stabile il pH) attraverso un filtro « millipore » del tipo AA; e conservare il filtro in essiccatoio a vuoto. Ricerche preliminari indicano che campioni di plancton secco possono essere conservati almeno per tre settimane senza apparente cambiamento dello spettro di assorbimento dei loro estratti. Trigerando il campione, dopo averlo posto in un essiccatoio a vuoto. Terminata la crociera il campione stesso può essere solubilizzato, in laboratorio, in acetone al 90%, l'estratto decantato in una cellula Corex e gli assorbimenti letti a 665, 645, 630, 510, 480 $m\mu$ sono determinati su uno spettrometro Bekman. Vengono poi esposte le formule per il calcolo dei risultati alle varie lunghezze d'onda, dalle quali si ottiene la concentrazione di un volume conosciuto dell'estratto, volume che può essere convertito in concentrazione dei pigmenti in acqua di mare originale, moltiplicando per un fattore appropriato in accordo al volume di acqua di mare usata, il volume dell'estratto e le unità nella quale le concentrazioni sono espresse (mg/M^3 , per la clorofilla « a » e « b » e millesimi di unità specifiche di pigmento — MSPU — per m^3).

I filtri sono egualmente solubili in acetone; mentre la clorofilla « a », « b », e « c » ha i massimi di assorbimento a 665, 645, 630 ed i carotenoidi a 480 e 440 $m\mu$, i filtri « millipore » possono dare soluzioni limpide, centrifugando per breve tempo l'estratto, ed hanno un assorbimento trascurabile a tutte le lunghezze d'onda usate nel computo della concentrazione dei pigmenti.

Questo metodo, pur non essendo scevro di errori, rappresenta una tecnica semplice e sicura per il calcolo dei pigmenti del plancton, affiancato specialmente ad un conteggio delle specie. La semplificazione dell'uso dei filtri « millipore » riduce l'inconveniente di attrezzature troppo complesse a bordo e facilita la raccolta di un numero rilevante di campioni, durante la crociera. Il calcolo dei risultati e la loro interpretazione, non sono, in realtà, più difficili quanto non lo siano con altre tecniche, mentre il metodo ha l'innegabile vantaggio che può essere usato anche per esperimenti su piccole quantità di organismi.

Oltre ad un paragone col metodo del conteggio che può naturalmente dare dati molto interessanti riguardo l'andamento della popolazione in rapporto alla sua attività biologica, dati significativi si ricavano anche da un parallelo diretto tra il metodo della clorofilla, dell'ossigeno e del C^{14} .

Dato che le clorofille conservano inalterate le loro qualità anche dopo la morte degli organismi, una parte di errori, oltre quelli dovuti alla tecnica usata (Gardiner, 1943, 1947; Tucker, 1949) può risiedere nel fatto che la stima include anche pigmenti di piante morte, clorofilla inattiva, escrementi di erbivori. Infine, dato che i vari pigmenti fotosintetici possono variare in specie e quantità tra specie e specie, ne consegue che la loro stima può non dare l'idea accurata dei cambiamenti della biomassa.

Metodo dell'ossigeno. — L'equazione:



dimostra come la produzione di ossigeno durante i processi della fotosintesi sia proporzionale alla quantità di sostanza organica sintetizzata. È stato altresì calcolato che, ad ogni cc. di ossigeno liberato, corrisponde una assimilazione di 0,536 mg. di C.

L'indagine della produttività marina attraverso la produzione di ossigeno, usa la metodica già indicata da Gran (1927) e Gaarder e Gran (1927), che consiste nel sospendere alla profondità voluta, nella zona eufotica bottiglie « chiare » e « scure » contenenti campioni di plancton allo stato naturale e nel computare la produzione ed il consumo dell'ossigeno dopo un certo periodo di tempo. Dal calcolo del consumo di ossigeno delle bottiglie scure e dalla apparente produzione di ossigeno che si determina nelle bottiglie chiare si potrà calcolare la quantità di carbonio che è stato legato ai composti organici.

Le bottiglie possono essere calate in mare (alla medesima profondità a cui il campione è stato raccolto), oppure può essere anche interessante condurre esperimenti in laboratorio, con luce artificiale.

Le analisi dell'ossigeno vengono fatte col metodo di Winkler. Con questo metodo è stato anche studiato sperimentalmente il rapporto tra il tasso respiratorio dell'ossigeno ed il massimo di fotosintesi, in colture di alghe (Barker, 1935; Jenkin, 1937).

Un cambiamento di questa tecnica è stato usato in limnologia, e si basa sulla misura delle variazioni di anidride carbonica, anziché dell'ossigeno.

Lavori in cui viene usata la tecnica sopra descritta sono, ad esempio quelli di Marshall e Orr (1930), Steemann Nielsen (1932, 1937, 1951a), Ålvik (1934), Clarke e Oster (1934), Petterson, Höglund e Landberg (1934), Clarke (1936), Höglund e Landberg (1936), Jenkin (1937), Riley (1938, 1939, 1941a, 1941b, 1953a), Rustand (1946).

Esempio dell'andamento di un esperimento condotto col metodo dell'ossigeno ci è dato dalla seguente tabella riportata dal lavoro di Clarke e Oster (1934) per il golfo di Maine, che mostra l'andamento della respirazione in esperimenti condotti in acque costiere atlantiche in una serie di campioni di plancton con bottiglie « scure », in modo da escludervi la luce, e « chiare », a varie profondità. (Non vengono considerati gli effetti della respirazione dei batteri e degli animali). La percentuale dell'ossigeno prima dell'esposizione era in media di 7,82 ml/L.

Il metodo dell'ossigeno presenta naturalmente molte cause di possibili errori, quali il consumo dei sali nutritivi durante la crescita del fitoplancton, la crescita e respirazione dei batteri, la esposizione alla luce di campioni per un tempo troppo lungo, la riflessione della luce da parte del vetro delle bottiglie, l'assorbimento dei raggi ultravioletti da parte del vetro.

Fondità m.	Temperatura °C	Bottiglie	Ossigeno dopo esposizione (ml/L)	Variazione di ossigeno (ml/L)	Ossigeno prodotto (ml/L)
0	10,75	coperta	7.11	— 0.71	
		esposta	9.42	+ 1.60	+ 2.31
		esposta	9.44	+ 1.62	+ 2.33
10-8	10,60	coperta	7.32	— 0.50	
		esposta	8.40	+ 0.58	+ 1.08
		esposta	8.44	+ 0.62	+ 1.12
20-16	10,0	coperta	7.42	— 0.40	
		esposta	8.07	+ 0.25	+ 0.65
		esposta	8.02	+ 0.20	+ 0.60
30-24	6-9	coperta	7.61	— 0.21	
		esposta	7.81	— 0.01	+ 0.20
		esposta	7.72	— 0.05	+ 0.16
40-32	5-6	coperta	7.54	— 0.28	
		esposta	7.66	— 0.16	+ 0.12
		esposta	7.71	— 0.11	+ 0.17
50-40	4-5	coperta	7.61	— 0.21	
		esposta	7.59	— 0.22	+ 0.01
		esposta	7.64	— 0.18	— 0.03

Una critica severa a questo metodo è anche stata fatta da Steemann elsen, che (1952) critica aspramente i risultati ottenuti da Riley.

Questa tecnica è tuttavia usata anche attualmente da molti laboratori, allo studio della produttività marina.

Metodo del C¹⁴ — L'uso dell'isotopo radioattivo C¹⁴ nelle ricerche sulla produttività marina si deve a Steemann Nielsen (1952), che lo ha sperimentato durante la crociera della nave danese « Galathea ». In seguito, nel giro di pochi anni, tale tecnica si è largamente sviluppata ed è ora utilizzata nei laboratori europei ed americani.

Partendo dalla equazione:



Steemann Nielsen non dà importanza alla produzione di C₆ H₁₂ O₆, nè quella di O₂, ma introduce tracce di sostanze radioattive, prima dell'esperimento, nell'acqua di mare nella quale si conosce il contenuto totale di CO₂. Ammettendo che il C¹⁴O₂ sia assimilato dal fitoplancton per mezzo della fotosintesi allo stesso modo del C¹²O₂ — il che non è completamente esatto — determinando il contenuto del C¹⁴ nel fitoplancton, dopo un certo tempo che questo è stato immesso nel campione, si può anche determinare l'ammontare totale del carbonio assimilato, moltiplicando la quantità di C¹⁴ trovato, con un fattore corrispondente al rapporto tra CO₂ (totale) e C¹⁴O₂ nell'acqua al

principio dell'esperimento. L'ammontare del C^{14} assimilato è determinato misurando la radiazione beta proveniente dal plancton filtrato dopo l'esperimento, attraverso un filtro di collodio (Steemann Nielsen, 1952).

Le fiale sterilizzate, contenenti 1 cc di soluzione di bicarbonato di sodio ($Na H C^{14} O_3$) per l'esperimento, vengono preparate secondo il metodo descritto dallo Steemann Nielsen stesso (1952).

Mettendo il quantitativo di una di queste fiale nel campione di acqua di mare e di plancton prelevato, ed esponendo il campione alla luce, sia il C^{12} quanto il C^{14} sono assimilati durante la fotosintesi. Quando poi l'acqua viene filtrata, tutte le alghe si depongono sul filtro. Questo è trattato con

vapori di acido cloridrico, per asportare il carbonio presente sotto forma inorganica, di cui resteranno solo tracce.

Gli impulsi del filtro vengono poi contati per mezzo di un contatore di Geiger-Müller.

Conoscendo la quantità totale della soluzione introdotta nell'acqua di mare ed il contenuto in anidride carbonica, è possibile calcolare il tasso fotosintetico.

Gli esperimenti possono essere anche fatti, come quelli dell'ossigeno, sia immergendo nuovamente i campioni raccolti alla profondità originaria, sia usando un termostato con un piatto ruotante, ed una illuminazione di circa 16.000 lux.

Si può anche determinare, nel primo caso, la penetrazione della luce nell'acqua di mare e la sua intensità, durante il tempo stesso dell'esperimento. Dato che conoscendo l'intensità della luce incidente sulla superficie marina, è possibile calcolare la sua intensità a diverse profondità, usando i valori per la fotosintesi all'*optimum* di luce e la curva *standard* luce-assimilazione, è anche possibile calcolare la fotosintesi alle diverse profondità.

Con questo metodo, Steemann Nielsen (1954) studiava una sezione del Pacifico, tra la Nuova Zelanda e la California,

e sull'Atlantico, da Panama alla Manica, durante la crociera del « Galathea », raccogliendo interessanti notizie sulla produzione lorda a differenti intensità luminose, e sulla già nota importanza delle correnti ascendenti, cioè dell'età delle masse di acqua, che governano la produzione dei vegetali marini

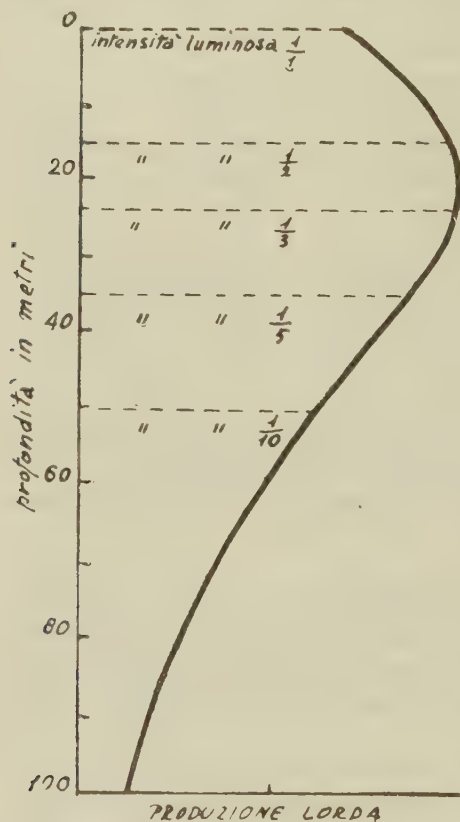


FIG. 3 — Il grafico illustra l'andamento del tasso fotosintetico in rapporto alla intensità luminosa, a varie profondità. — Da questo si ricava, ad esempio, che una diminuzione di intensità luminosa di 1/3 fa sì che il tasso fotosintetico per unità di volume di superficie acqua (g. C/m³) cresca circa il 50% (da STEEMANN NIELSEN, 1954)

Anche il metodo del C^{14} presenta naturalmente delle imperfezioni tecniche, e possono determinare errori provocati specialmente dalla riutilizzazione della anidride carbonica proveniente dalla respirazione (Riley, 1953a; Ryther, 1954; Steemann Nielsen, 1952, 1955a).

Le differenze di sostanza organica valutata col metodo dell'ossigeno e quello del C^{14} , e che probabilmente sono dovute largamente anche alla differente densità di popolazione ed alla perdita relativamente alta di respirazione da parte delle alghe, in presenza di scarsa quantità di sali nutritivi (Ryther, 1954) saranno discusse nel paragrafo seguente.

Considerazioni sui metodi esposti

Come è stato brevemente accennato, ciascuno dei metodi sinora descritti presenta un margine di errori che può rivelarsi talora di un ordine di grandezza notevolmente notevole.

Abbiamo parlato delle valutazioni in peso e volume. Esse sono evidentemente molto approssimative in quanto rappresentano un peso ed un volume totale del campione, là dove interessa invece il valore del solo fitoplancton. Tuttavia, in alcuni casi, o quanto si voglia avere solamente un'idea sull'andamento generale di una popolazione, anche questo metodo dà risultati di un certo valore.

Quando però la ricerca si indirizzi verso un piano organico nel quale si vogliono conoscere le variazioni non della biomassa, ma dei soli vegetali (di qualsiasi altro gruppo, oppure dei vari gruppi separatamente), allora il metodo del conteggio darà sicuramente risultati ben più esatti.

In generale si può affermare che la precisione ottenuta nei conteggi del fitoplancton è funzione della densità della popolazione e del volume contato (Holmes e Widrig, 1956), ma l'errore stesso può essere sempre ridotto, adottando una tecnica ed una manipolazione sempre più esatta, e stimando le variazioni delle medie dei conteggi (Kutkuhn, 1958).

Passando alle tre tecniche della clorofilla, dell'ossigeno e del C^{14} , gli studi finora condotti per loro mezzo ci hanno ormai dimostrato i rapporti che intercorrono in mare tra fotosintesi e intensità luminosa.

Riley (1938) osserva altresì come vi siano strette correlazioni di dati tra ricerche condotte col metodo dell'ossigeno e quello della clorofilla. Le cause dell'errore che possono aversi col primo di questi metodi sono state brevemente illustrate a pag 175; ricorderò qui che il metodo della clorofilla, unito a quello del conteggio, possono dare risultati di alto interesse. Infatti una delle maggiori osservazioni che si fanno al conteggio (eccetto gli errori manuali in cui incorre) è quello di dare un'idea del numero delle cellule ma non della quantità di sostanza organica in esse presente, il che può essere anche indipendente dalla loro grandezza.

Il metodo della clorofilla invece indaga la quantità di sostanza organica presente nei vegetali, o meglio la quantità di clorofille presenti nel campione

marino da esaminare e cioè l'indice della sua capacità produttiva teorica, ma non si occupa del numero delle cellule nè della loro sistematica.

Le due tecniche vengono una in aiuto dell'altra, le cause di imprecisione della prima essendo in un certo senso di segno contrario alle cause di imprecisione della seconda, il che permette una più probatoria valutazione dei dati dando la possibilità di indagare le interrelazioni tra il numero degli individui e la loro quantità in clorofilla.

Ryther e Yentsch (1957) espongono una formula per il calcolo della produzione marina per unità di superficie, dalla conoscenza del contenuto in clorofilla, ma tale formula si basa sul presupposto che la popolazione vegetale sia uniformemente distribuita, con la profondità, il che, in natura, avviene solo raramente. Tuttavia, tenendo anche conto degli eventuali errori inerenti al metodo della clorofilla stesso, questo metodo presenta un notevole interesse.

Il compito dell'ossigeno e del C^{14} , dandoci direttamente o indirettamente il valore della quantità di sostanza organica prodotta in un'area marina, son di ausilio ai metodi prima indicati e, nel calcolo della produttività in senso stretto, sono attualmente i soli due metodi che ce ne possono dare una stima accurata.

Resta il fatto che la polemica scaturita dal lavoro di Steemann Nielsen (1952 e 1954) nella critica dei dati di Riley, non abbia ancora trovato un punto effettivo di conciliazione. Riley (1953), in difesa dei suoi dati, mette in evidenza come le differenze apparenti sarebbero dovute alla rispettiva scelta dei valori di fotosintesi media presi dai due ricercatori e che la reale serie dei valori ottenuti in ciascun caso sia circa la stessa; Ryther (1954) trova che le due tecniche danno risultati molto concordanti in acque costiere, e ponendo l'ipotesi che le differenze trovate dai due autori siano dovute a cambiamenti stagionali o variazioni geografiche del tasso fotosintetico delle popolazioni spiega le probabili cause di errore, con l'ipotesi che ogni qualvolta la quantità dei sali nutritivi (e presumibilmente altri fattori) divenga *limitante* i processi fotosintetici, ci si possano attendere notevoli differenze tra le misurazioni della fotosintesi netta e lorda fatte col metodo del C^{14} e dell'ossigeno; lo stesso Autore conclude: *consequently, the extent to which the relationships described above may occur in the ocean must remain a matter for speculation.*

D'altra parte Steemann Nielsen ribadisce i concetti già esposti (1955) sulla notevole influenza della respirazione batterica in esperimenti con l'ossigeno anche in un più recente lavoro (1955a).

Peraltro Ryther e Vaccaro (1954) stabiliscono come, mentre misurazioni paragonabili di fotosintesi possono essere ottenute coi due metodi in acque eutrofiche, ciò non avviene in acque oligotrofiche in quanto, nel secondo caso il tasso fotosintetico è basso e l'uso degli esperimenti con l'ossigeno è possibile solo se questo viene impiegato per un tempo relativamente lungo.

Mentre per Steemann Nielsen gli esperimenti con l'ossigeno non sarebbero più validi dopo 24 ore, causa la differente azione della luce, dopo una prolungata esposizione, sui batteri, nelle bottiglie chiare e scure; per Ryther e Vaccaro, in esperimenti troppo lunghi, un errore simile si verificherebbe anche con

Rapporto tra differenti sorte di misurazione di pescate di filoplancton. George Bank 1939-1940

NUMERO OSSERVAZIONI	Settembre 5					Marzo 5				Aprile 4				Maggio 4				Giugno 4			
Cellule per mm ³ di volume-cellule.....	12,600					14,600				15,300				37,200				19,700			
Cellule per mg. di sostanza organica	21,000					75,000				23,000				26,000				27,000			
Sostanza organica per mm ³	0,59					0,19				0,67				1,45				0,72			
Cellule per unità di pigmento.....	2,800					2,900				580				3,700				2,700			
Sostanza organica per unità di pigmento	0,132					0,038				0,025				0,141				0,100			
mm ³ per unità pigmento	0,22					0,20				0,04				0,10				0,14			

Da RILEY ed altri (1949).

Da SVERDRUP, ed altri (1952, p. 929).

Carbonio (1 mg)	Azoto (1 mg)	Fosforo (1 mg)	Pigmento piante (1 unità)	Plankton umido (1 mg)	Plankton secco (1 mg)	Volume sedimentato (1 ml)	Volume estratto (1 ml)	Equivalente ossigeno (1 ml)
Carbonio (mg).....	1	5,7	3,3 x 10 ⁻³	0,027	0,44	1,4	5,6	0,536
Azoto (mg)	0,18	1	0,58 x 10 ⁻³	0,0047	0,0765	0,24	1,0	0,097
Fosforo (mg)	0,024	0,14	0,08 x 10 ⁻³	0,00066	0,011	0,034	0,14	0,013
Pigmento piante Unità.....	305	1740	1	8,25	133	412	1690	163
Volume umido (mg).....	37	211	122 x 10 ⁻³	1	16	50	203	20
Plankton secco (mg)	2,3	13,1	7,5 x 10 ⁻³	0,06	1	3,1	12,7	1,2
Volume sedimentato (ml)	0,7	4,2	2,4 x 10 ⁻³	0,02	0,32	1	4,1	0,4
Volume estratto (ml.)	0,18	1,0	0,59 x 10 ⁻³	0,005	0,08	0,25	1	0,1
Equivalente ossigeno (ml.)	1,9	10,6	6,1 x 10 ⁻³	0,05	0,8	2,5	10,2	1

metodo del C^{14} in quanto, si avrebbe perdita del C^{14} assimilato con la respirazione.

Comunque, dato che anche in acque tropicali gli esperimenti di Steemann Nielsen per mezzo del C^{14} sembrano aver dato risultati soddisfacenti dopo solamente sei ore, il problema, anche se non risolto, appare realmente d'importanza più accademica che non pratica.

Concludendo non si può disconoscere che le nostre cognizioni sulla produttività marina siano molto frammentarie (Wood, 1956) e che, anche i tentativi di dare un indice di relazione tra lo *standing crop* e la *produttività* (vedi ad es. Fleming, 1939), sono talora inesatti ed arbitrari.

Fleming (1940), Riley ed altri (1949), Verduin (1951), hanno cercato di dare indici di relazione tra le differenti unità di studio e particolarmente interessanti sono i dati che si possono ricavare dallo studio della clorofilla, o dell'ossigeno e della produzione di carbonio, ma, specialmente nel secondo caso mi sembra che l'argomento sia ancora campo di controversie troppo profonde per poter avanzare delle ipotesi concrete. Anche un lavoro critico di Ryther (1956b), sui vari metodi e sulla interpretazione che può darsi ai dati da essi ricavati, non ci riassume, fondamentalmente, che dati molto dubbi, specialmente nel campo della produzione netta e lorda, nè chiarifica le incertezze che ancora precludono un maggiore e più rapido sviluppo a questa branca della ricerca scientifica.

II. — LE ATTUALI CONOSCENZE SULLA PRODUZIONE DEL MEDITERRANEO

I dati pertinenti la produzione marina di cui siamo in possesso, riguardano, specialmente alcune zone dell'Oceano Atlantico, del Mare del Nord, e della Manica oltre ad altre aree marine più ristrette, specialmente lungo le coste Nord Americane.

I grafici di Sverdrup (1952) e Ryther e Yentsch (1957) ed i dati riportati da Rabinowitch servono a darci una idea approssimativa di tale produzione.

Secondo il Rabinowitch, che si basa su dati di un lavoro compilato da Riley (1939-1941), il valore del carbonio fissato annualmente negli oceani sarebbe di:

$$15.5 \times 10^{10} \text{ tonn.}$$

D'altra parte Steemann Nielsen (1952) riporta dati notevolmente differenti, in quanto calcola che, stimando l'area del mare pari a $361 \times 10^6 \text{ kmq}$, il carbonio fissato annualmente sia di $1.6 \times 10^{10} \text{ tonn.}$, mentre, calcolando una perdita del 25 % con la respirazione, la produzione netta totale annua, nel mare, corrisponderebbe a :

$$1.2 \times 10^{10} \text{ tonn.}$$

La suaccennata produzione di 1.6×10^{10} , è circa la medesima di quella calcolata da Rabinowitch sulla base delle ricerche di Schröder (1919) per la terra ferma, che sarebbe pari a $1.9 \times 10^{10} \text{ tonnellate annue}$.

Tuttavia per avere una media della produttività totale dei mari, si dovrebbe essere in possesso di una serie tale di dati quali sfortunatamente non abbiamo e, se i dati riportati da Rabinowitch non sono forse esatti, a causa di una errata valutazione dell'azione dei batteri da parte di Riley durante i suoi esperimenti (Steemann Nielsen, 1952), quelli di Steemann Nielsen sono, a mio avviso, troppo scarsi per ricavarne valori definitivi.

Le due tabelle che riporto danno una idea riassuntiva di alcune ricerche sulla produzione marina, in differenti aree.

PRODUZIONE E

	LOCALITÀ	PRODUZIONE		METODO	AUTORE
		carbonio (gr./m ² /anno)			
Osservazioni sperimentali	Long Island Sound	600-1000	Produzione lorda - Produzione di O ₂ in bottiglie sperimentali	Produzione di fitoplancton - Produzione di O ₂ Consumo di P Consumo di N Produzione di clorofilla Consumo di N Consumo di P Produzione di pigmento vegetale	Riley, 1938, 1939, 1941
	Ovest Atlantico 23°-38° N	530			
	Ovest Atlantico, 38°-41° N	320			
	Dry Tortugas	60-430			
	Long Island Sound	400-700 440-875 100-220 95-190	Consumo di ossigeno Accrescimento in ossigeno-sperimentale	Seiwell, 1935 Sverdrup e Fleming. 1941 Riley	
	Ovest Atlantico, 23°-41° N	140-365			
	Dry Tortugas	27 5			
	Ovest Atlantico 3°-13° N	278			
	Al largo California del sud	215-430	Consumo di P Cambiamento in CO ₂ Cambiamento in O ₂ Cambiamento in P Cambiamento in N Cambiamento in Si Cambiamento in Ca Consumo di P Consumo di P	Atkins, 1923 Cooper, 1938 Kreps e Verbjinskaya, 1930 Riley	
	Long Island Sound	384			
Manica	84 98 60 70 88 7 5				
Mare di Barents	170-330				
Long Island Sound	138-350	Produzione lorda - Produzione di O ₂ in bottiglie sperimentali alla superficie	Gran, 1927 Marshall e Orr, 1930		
Osservazioni sul mezzo naturale	Coste norvegesi			Carbonio (gr./m ² /giorno)	Sargent, manoscritto
	Coste scozzesi			0,14	
	Dry Tortugas			0,16	
	Ovest Atlantico, 23°-41° N			0,07	
	Ovest Atlantico-Banchi di George			0,01-0,12	
	Long Island Sound			0-0,88	
	Molo della Scripps Institut.	0,02-0,42 0,01-0,15			

Z O N A	REFERENZE	RADIAZIONI superficiali (g cal/cm ² /g.)	Coeff. estin.	Clorof. (mg/m ³)	PRODUZIONE calcola'ta misurata (g C/M ² /giorno)	
N. W. Atlantico	Riley (1939)	—	—	—	—	—
4 stazioni del nord .	—	460	0,10	2,1	1,67	0,70
14 stazioni ai tropici ..	—	460	0,50	1,0	1,57	1,18
Long Island Sound	Riley (1956)	—	—	—	—	—
	Conover (1956)	—	—	—	—	—
marzo-maggio 1952 ..	—	400	0,46	7,2	1,47	1,07
febbraio-marzo 1953 ..	—	252	0,73	11,8	0,90	1,32
agosto-novembre 1953	—	347	0,63	5,6	0,61	0,95
Porto Venerdi, Washin- gton	Yentsch (non pubb.)	300	0,13	1,0	0,48	0,34
Est Sound, Washington	Yentsch (non pubb.)	700	0,30	15,0	3,80	5,10
Golfo di Alaska	Yentsch (non pubb.)	229	0,10	2,5	1,34	1,50
		550	0,27	0,35	1,05	1,63
Porto di Woods Hole ..	Rythr e Yentsch	480	0,27	1,69	0,51	0,79
		610	0,24	2,80	1,04	1,10

Paragone di alcune misure sulla produttività *in situ*, con valori stimati per la clorofilla, radiazioni e coefficiente di estinzione (da RYTHER J. H. e YENTSH C. S., 1957).

Notizie ecologiche e sistematiche sul fitoplancton mediterraneo

Tratterò qui in maniera molto succinta le ricerche sul fitoplancton delle coste italiane, prima di passare ad un esame generale dei lavori sulla produttività del Mediterraneo e dell'Adriatico.

Sul Golfo di Napoli sono state pubblicate numerose note che riassumo in ordine cronologico: già nel 1838 Costa nella sua « Fauna del Regno di Napoli » pubblicava un capitolo sulle Diatomee, e Berthold (1882) trattava specialmente delle alghe del Golfo stesso.

I lavori di botanica venivano poi proseguiti da Daday (1886) che riporta anche osservazioni sui Dinoflagellati (1888). Nei suoi lavori questo Autore dà riferimenti alle epoche ed alle zone di ritrovamento delle varie specie. Nel 1901 Schröder pubblica le sue osservazioni sistematiche sul fitoplancton del Golfo, in un lavoro ricco di interesse, sia per le osservazioni che vi sono contenute, sia perchè è il primo tentativo di elenco generale dei planctonti di questa zona. Vi nota 142 specie, le loro varietà, ed alcune nuove forme. Lindmann nel 1926 studia ancora le Peridinee invernali.

Hanno un carattere ecologico le note di Issel (1934) Indelli (1944) e De Angelis (1956) integrate dalle osservazioni di Massuti Alzamora (1949). Questi Autori riportano le variazioni stagionali da un punto di vista quantitativo e sistematico mettendo in luce le particolari caratteristiche del plancton del Golfo, la sua costanza, i cicli di sviluppo delle Diatomee e Peridinee, le forme

preponderanti, perenni, afanoterme, fanoterme. Le 200 e più specie trovate rappresentano la maggioranza di quelle finora rinvenute nel Mediterraneo. La produzione delle Diatomee è intensa, eccetto che nei mesi estivi, in confronto a quella delle Peridinee, mentre acquistano particolare importanza le specie afanoterme, *complesso ecologico di fondamentale importanza per la facies del plancton tirrenico* (Issel, 1934), seppure non sia opportuno contrapporle al gruppo più ristretto di quelle fenoterme. Sia Issel che Indelli, e De Angelis, che ha condotto le ricerche sulla base dei lavori precedenti da cui trae largo confronto, concludono che il fitoplancton della zona costiera del Golfo di Napoli poco risente degli scambi col mare aperto, che vi si osservano costantemente le stesse specie e che, se talora ne compaiono delle nuove, queste non riescono ad avere predominanza sulle preesistenti. Tra tutte le forme ha grande preponderanza numerica il genere *Chaetoceros*, sia come numero di specie che come numero di individui.

Un'altra zona accuratamente studiata, specialmente da un punto di vista sistematico è quella del:

Mar Ligure compresa tra Quarto dei Mille e Sanremo. De Toni e Forti (1916), Forti (1919) ci danno per primi un elenco delle forme osservate a Quarto dei Mille e nel 1922 il secondo pubblica anche un lavoro molto interessante sempre sul fitoplancton di questa zona. Vi sono comprese notizie ecologiche e paragoni tra i ritrovamenti di Quarto e quelli di altre aree.

Issel (1925) fa un parallelo tra il plancton delle acque di Quarto e di Rovigno d'Istria, il ciclo del fitoplancton, le specie perenni ed endemiche, riportando considerazioni di carattere generale sulle condizioni ecologiche del plancton nei bacini tirrenico ed adriatico. Tra il 1938 ed il 1954 Rampi, con una serie di lavori di carattere sistematico e quantitativo, illustra il fitoplancton del Mare Ligure con particolare riguardo alle acque di Sanremo e con riferimenti quantitativi al plancton mediterraneo.

Particolare interesse ha il fatto che delle 374 specie di Peridinee conosciute nel Mediterraneo, 243 siano state trovate a Sanremo, di cui uno scarso numero endemiche, molte allojene e come una modesta parte di esse abbiano delle affinità indo-pacifiche. Rampi interpreta il fenomeno bio-geografico come se queste specie fossero relitti di tempi geologici, quando l'Oceano Indiano era unito al Mar Mediterraneo; tali affinità troverebbero la loro spiegazione nella corrispondente esistenza di affinità tra i due mari.

Per quel che riguarda notizie sulla costa della riviera francese grazie alle varie Istituzioni e al Museo Oceanografico di Monaco, queste non fanno difetto, anche se, in buona parte, riguardano solamente la sistematica e l'ecologia.

A Monaco il materiale raccolto è stato studiato da Peragallo (1904) che ci dà un elenco delle 121 specie osservate in campioni presi nel 1903 e Nathansohn (1909-1910), il quale si occupa della relazione esistenti tra il fitoplancton ed i fenomeni idrografici al largo di Monaco osservando come si abbia un ciclo antagonista tra la riproduzione delle alghe del plancton e la loro continua distruzione causata dai fenomeni idrografici e biologici. I massimi di fitoplancton che si verificano durante l'anno trovano rispondenza nei cicli di circolazione

verticale delle acque, nei vari periodi di raffreddamento, nelle correnti apportatrici di acqua dolce e nelle loro interrelazioni. Alla ricchezza invernale di Diatomee fa probabilmente riscontro quella estiva delle Peridinee, anche se non è stato possibile seguire regolarmente le osservazioni durante l'estate.

Pavillard si è particolarmente interessato alle Peridinee e Diatomee pelagiche del mare di Monaco con una serie di lavori che vanno dal 1934 al 1937. Oltre a vari elenchi sistematici, che ci dimostrano come la zona di Monaco sia notevolmente ricca di specie (se ne sono osservate circa 200) si passa ad una discussione geografica e batimetrica delle specie stesse e delle loro variazioni annuali. Tuttavia l'Autore trova che sarebbe più opportuno separare il ciclo invernale delle Diatomee da quello estivo delle Peridinee, nel senso che i due cicli non sarebbero antagonisti l'uno all'altro ma dipenderebbero piuttosto tutti e due dal variare delle condizioni ambientali.

Rampi (1950) ci dà infine una nota dei Tintinnidi raccolti nelle acque di Monaco dall'« Eider »:

Altre zone del litorale Mediterraneo sono state studiate da vari ricercatori tra cui Zanon, che ha pubblicato vari elenchi sistematici (1947) sulle isole dell'arcipelago Ponziano e sulla Sardegna (1948) e Lohmann (1899, 1903) che ha studiato la distribuzione del plancton a Messina e Siracusa.

Particolare interesse hanno le pubblicazioni spagnole sul plancton della costa Brava di Castellón.

Paulsen (1930) studiò il fitoplancton del Mare di Alboran, ricavandone un lavoro ricco di notizie sistematiche ed ecologiche di notevole interesse.

Oltre questo lavoro, ricorderò quelli di Margalef (1945, 1946, 1948, 1949) contenenti notizie sulle Diatomee e le Peridinee, e la loro stima specifica, raccolte a largo di Cadaquès (Costa Brava) e di Blanes (Costa del Levante); Morales (1951) studia ancora il fitoplancton raccolto a largo di Blanes sia dal punto di vista sistematico che in rapporto alle condizioni atmosferiche. Nel 1951 Duran pubblica una lista sistematica dei Tintinnidi di Castellón.

Sotto il titolo di « Plancton recogido por los laboratorios costeros », vanno una serie di lavori condotti dal Margalef e suoi collaboratori, in cui sono studiati i calendari planctonici della costa mediterranea spagnola, e le stime relative delle variazioni quantitative del fitoplancton. Dato il numero veramente rilevante di tali pubblicazioni, per una bibliografia più completa si rimanda alle « Publicationes de l'Istituto de Biologia Aplicada » di Barcellona.

Infine Massuti e Margaleff (1950), con la « Introduction al estudio del Plancton Marino », hanno pubblicato un'opera che, pur nella sua naturale incompletezza, dà notizie generali sul plancton mediterraneo, contiene figure e tavole dicotomiche per la classificazione e, nella introduzione, notizie generali sulla biologia del fitoplancton.

Riguardo al Mare Adriatico, lasciando da parte le varie campagne oceanografiche che vi sono state condotte ai primi del 1900, possiamo ricordare alcuni lavori di carattere generale sul plancton, quali quelli di Schüssing (1914) e Schiller (1914, 1925).

Nel 1920-21 Issel osservava le variazioni stagionali del plancton di Rovigno e, tra il 1912 ed il 1925, Issel e Forti pubblicavano i loro lavori sulle acque di Rovigno d'Istria.

Issel (1912) ci dà un'ottima messa a punto dei problemi relativi al plancton adriatico in genere, e, dall'insieme di questi dati, si ricava come, anche in accordo con Schiller, il numero delle Cocco-litofore sia un quinto del totale del plancton per litro, e la loro quantità aumenti notevolmente lungo le coste italiane.

Dalle osservazioni dello Steuer si ricava invece che la parte settentrionale del bacino Adriatico, al di qua della isobata di m. 50, si presenta più ricco in fitoplancton specialmente in inverno mentre, da un paragone tra il Golfo di Trieste e quello di Rovigno, si rileva come nel secondo si abbia una tendenza ad una comparsa più precoce ed a un soggiorno annuale più lungo delle specie planctoniche.

Sempre riguardo al fitoplancton di Rovigno questo, secondo Issel (1912), è monotono e l'Autore ribadisce anche per questa zona la tesi di Leder (1917) per il Golfo di Trieste, secondo cui la causa delle fioriture è strettamente legata ai fattori meteorologici; in Adriatico specialmente con i periodi del vento di Bora. Issel riprende l'argomento del 1925 e Vatova (1928) ci dà un « Compendio della Fauna e della Flora presso Rovigno », mentre Zanon (1940) un saggio delle Diatomee della stessa località. Müller (1938) mette in evidenza come non sempre sia possibile un paragone tra i massimi di fitoplancton e le variazioni annuali di salinità, pioggia, vento, ecc.

Più alle coste della penisola istriana che alla zona di Rovigno sono dedicati i lavori di Gessner (1936) che osserva come le ricerche sui fosfati, nitrati e silicati delle acque costiere istriane mostrino che questi sali hanno ivi particolari peculiarità specialmente di stratificazione; l'Autore nota poi come il plancton, nei pressi della costa, sia più povero che al largo.

Kamptner (1940) elenca le Cocco-litofore osservate in Istria e descrive delle nuove specie. Particolare interesse, per quel che riguarda le attuali ricerche sull'Adriatico, meritano i lavori di Ergecovic, di cui ricordo quelli del 1936, 1938, 1940 che hanno più diretta attinenza col fitoplancton, e che riguardano specialmente la zona di Spalato. Di essi tratterò in seguito, nel capitolo sulla produzione dell'Adriatico.

Notizie sulla produzione del Mediterraneo

MEDITERRANEO.

I lavori di data più antica con notizie sulla produzione del Mediterraneo, sono forse quelli di Schütt (1882, 1891), i già citati di Lohmann, quelli di Steuer (1902) per l'Adriatico orientale e le raccolte della Naiade in Adriatico; mentre Brandt (1898, 1902), riportando notizie ricavate dai succitati lavori, conclude sulla straordinaria povertà del plancton mediterraneo.

I dati che, si può dire, abbiano fornito per primi un quadro generale della produzione nel Mediterraneo, sono quelli raccolti durante la crociera del « Dana », il cui materiale fu studiato da Jörgensen (1920, 1923, 1924) e Parrillard (1925), più che altro con propositi qualitativi, ecologici e fenologici, mentre Jespersen (1923 e successivamente 1935), con la sua nota « On the quantity of Macroplankton in the Mediterranean and Atlantic », elaborando anche dati già raccolti dal « Thor » (1908, 1909, 1910), ci dà una prima idea quantitativa della fauna mediterranea affermando che *as there appears to be very conspicuous difference in the quantity of plankton in certain parts of the Mediterranean, and that the quantity of plankton decreases markedly in the easter part, and the quantity of macroplankton here, especially in winter, is almost as poor as that in the Sargasso Sea.*

Il lavoro di Jespersen nonostante le critiche che gli furono rivolte, resta di fondamentale importanza, anche perchè il primo, su un problema così delicato, come quello della produzione del Mediterraneo. Unito poi ai dati fisico-chimici raccolti sempre nella stessa crociera, è un prezioso elemento di valutazione.

Oltre ai dati di Nathanson (1909) che aveva studiato le acque di Monaco ed Atkins (1925) sul contenuto in fosfati delle acque superficiali tra l'Egitto e Gibilterra, Thomsen (1931-1937) fa un paragone tra le analisi dei sali nutritivi da lui fatte nel Mediterraneo, nell'Atlantico, nel Pacifico e nell'Oceano Indiano, rilevando che nel Mediterraneo si hanno alcuni esempi di totale mancanza di fosforo in tutte le stazioni profonde, il che non si riscontra negli oceani; che nel Mediterraneo si presenta molto povero in nitrati (200 mg/mc in $N - (NO_3)$) e fosfati (35 mg/mc in P_2O_5) e che la distribuzione verticale dei nitrati è scarsissima nella zona eufotica, eccetto che in vicinanza della Tunisia e dello Stretto di Messina. Tuttavia bisogna considerare che il periodo dei prelevamenti del Thomsen è compreso tra l'aprile ed il giugno, in un'epoca, cioè, in cui si dovrebbe avere un'alta assimilazione dei sali nutritivi, da parte del fitoplancton. Thomsen conferma anche i dati di Atkins sulla distribuzione dei nitrati e fosfati negli strati superficiali del bacino occidentale e di quello orientale.

Bernard (1937, 1938 a e b, 1939) riporta le variazioni dei Protisti pelagici raccolti a Monaco e Banyuls in rapporto ai nitrati e fosfati, affermando che non esiste un parallelismo tra le variazioni del contenuto in P_2O_5 ed in $N - (NO_3)$ alle varie profondità, e che anche le altre anomalie che si riscontrano dipendono da condizioni ambientali locali e dall'attività dei microrganismi. A Monaco (1939), ad esempio, si ha una debole diminuzione quantitativa del nanoplankton (tra cui predomina il *Coccolithus fragilis*) in profondità ed anche interessante è la presenza di uno strato di acqua tirrenica più calda tra i 300 e gli 800 metri. Il ciclo delle sostanze nutritive subisce delle variazioni saltuarie dovute a scambi verticali, che modificano bruscamente la salinità e la flora. I Protisti sono a Monaco da 500.000 (minimo in luglio) a 40 milioni (massimo in marzo) per litro, ed è notevole come le Coccolitofore, che sono le forme che l'Autore prende sempre in maggiore considerazione nelle sue ricerche, siano più della

metà del volume del nanoplancton e la loro importanza aumenti con la profondità, mentre a Banyuls le Coccolitofore osservate sono un po' meno della metà del volume del nanoplancton, anche se le Diatomee vi giuocano un ruolo piuttosto debole. Vedi grafici sull'andamento stagionale e delle varie specie

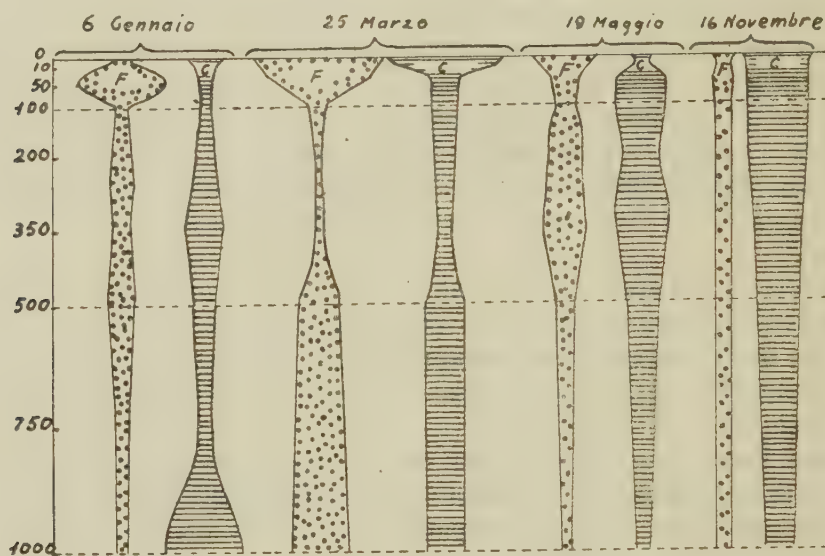


FIG. 4. — Ripartizione verticale dei Flagellati alla staz. III a Monaco, in quattro periodi differenti. A sinistra sono segnate le profondità. Lo spessore delle colonne è proporzionale al volume per litro delle Coccolitofore (diagramma in grigio, C), o dei piccoli Flagellati senza scheletro (cerchietti, F) (da BERNARD F., 1933).

Il problema è, più brevemente, riassunto in un articolo (1939) nel quale l'Autore afferma che anche in inverno i vegetali di superficie dispongono di una luce sufficiente alla fotosintesi, l'opacità delle acque essendo determinata più sovente dalle masse di plancton piuttosto che dal detrito in sospensione; che l'oscillazione in volume dei Protisti per litro è debole, essendo il massimo annuale solo 10 volte più elevato del minimo; che il tasso dei fosfati è sovente nullo; ed infine che la povertà mediterranea è determinata dalla mancanza di circolazione e di scambi dalla superficie al fondo.

Dalla stima del volume di fitoplancton per litro (1938 a e b) dopo valutazione delle dimensioni delle specie più abbondanti, l'A. osserva come il volume di nanoplancton per litro sia: a Monaco 0,13; a Banyuls 0,35; nel Golfo di Guascogna 0,7; in vicinanza delle Azzorre 0,75; nelle coste del Senegal 1,2; nell'Atlantico del nord e nei pressi dell'Islanda 0,7 (da dati di Steemann Nielsen). L'A. osserva ancora come a Banyuls e Monaco il contenuto in fosfati sia piuttosto basso anche in marzo, durante il quale si ha un massimo annuale, mentre è alto quello dei nitrati, il che differisce dai risultati ottenuti da Thomsen che però studiò stazioni in mare aperto del Mediterraneo del sud, in epoca notoriamente non adatta, per queste ricerche; la povertà delle acque in sa-

ntritivi; la loro ricchezza in silicati. Da un rapporto fatto dallo stesso Autore (1938 b) risulterebbe che nel Mediterraneo e nell'Atlantico, alla stessa latitudine e profondità i fosfati si trovano in quantità maggiore dalle 5 alle 30 volte più che in Atlantico, con una media di 10 volte; i nitrati, da 1 a 30 volte, con una media del 10. Il nanoplancton è da 3 a 20 volte maggiore quantitativamente in Atlantico, con media del 5.

Nei lavori pubblicati nel 1948, 1951 e 1956 a e b Bernard si occupa invece delle acque litorali della Tunisia, studiandone le correnti e le loro cause,

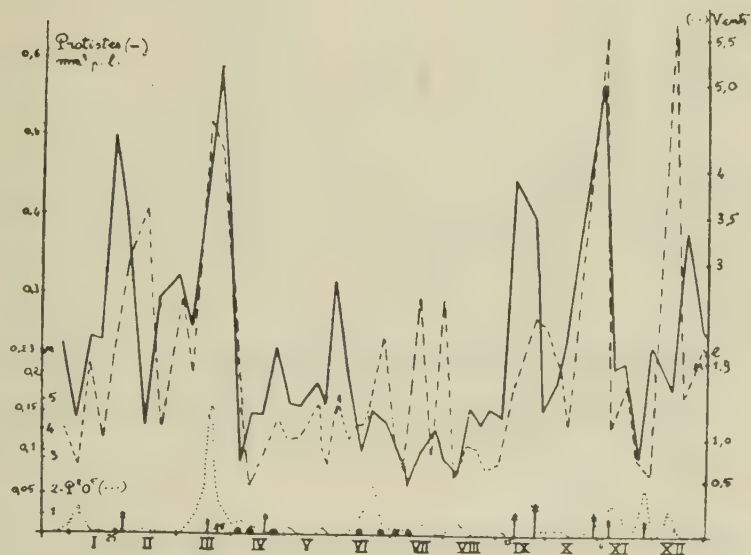


FIG. 5. — Fattori di fertilità a Monaco nel 1937

- (—) Volume dei protisti a 10 metri
- (---) Media dei venti, tra due raccolte di campioni, valutata in metri al secondo
- (.....) Fosfati $P^2 O^5$

Sulle ascisse le crocette indicano le principali precipitazioni atmosferiche tra due raccolte di campioni. I punti grossi neri (•) indicano il tenore dei nitrati praticamente nullo (da BERNARD F., 1938).

osservando come il *Coccolithus fragilis* sia la sola forma perenne e largamente dominante nel plancton del Mediterraneo Occidentale, formando il 60-80% dei Protisti della zona eufotica. Quanto ai fosfati (0,8 e 1,7 mg P per cm) il loro tenore è teoricamente sufficiente ai bisogni di un milione di cellule per litro, mentre quello dei nitrati è di 30 a 60 mg d'azoto nitrico per cm, il che ci fa concludere che *ce n'est pas, en eaux côtières algérienne, la manque de*

sels nutritifs qui est la principale cause de stérilité: celle-ci réside presque sûrement dans la multiplication trop lente des *Coccolithus* et dans leur sensibilité aux changements du milieu.

La concentrazione dei sali nutritivi è praticamente la stessa nelle due correnti « Atlantica » e « Mediterranea pura » lungo le coste algerine e, nell

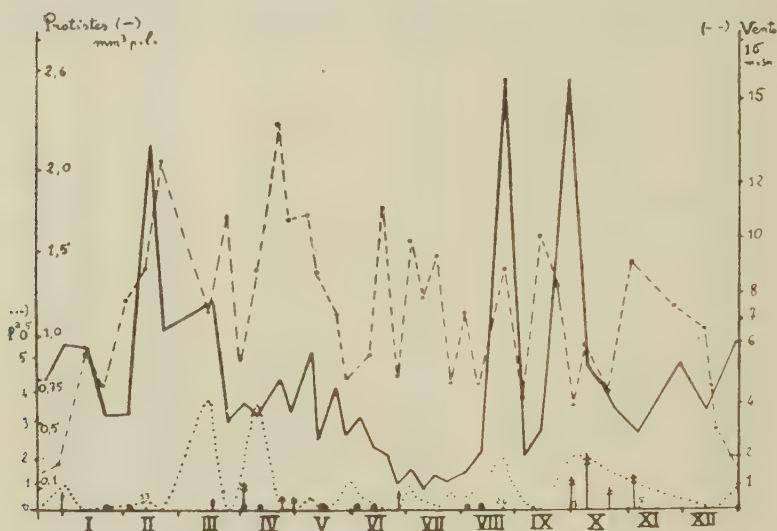


FIG. 6. — Fattori di fertilità a Banyuls nel 1937; vedi la leggenda del grafico precedente (da BERNARD F., 1938)

acque Atlantiche, il tasso dei fosfati è costante durante tutto l'anno, appena maggiore in inverno che in primavera, molto differente cioè da Monaco, ov è 4 volte maggiore in fosfati e 2 volte minore [in nitrati, da dicembre a marzo.

Le condizioni algerine sarebbero dunque vicine a quelle dei mari caldi e vi si può osservare l'influenza di una corrente atlantica di origine tropicale, ma l'acqua oceanica che passa attraverso lo Stretto di Gibilterra si troverebbe qui in condizioni ancora più favorevoli, dato che si avvicina al litorale e per tanto è soggetta agli apporti di acqua fluviale.

Dai lavori sulla baia di Monaco e sulle coste algerine risulta, a detta di Bernard, che il fitoplancton è circa 12 volte più abbondante a Monaco che in Algeria e 3 volte meno che a Banyuls, a causa specialmente dei fosfati che non sono ben rinnovati, mentre anche la più forte insolazione, limiterebbe la produzione. Un fenomeno limitante, in Algeria, è dato anche dai frequenti abbassamenti di salinità, che si verificano specialmente lungo le coste occidentali, abbassamenti di salinità dovuti alle acque atlantiche ed alle acque che l'Autore chiama di mescolamento (corrente formata da acque atlantiche e mediterranee mescolate tra loro), che sembra arrestino l'accre-

mento del plancton vegetale e diminuiscano l'effetto della ricchezza locale di fosfati.

Mentre a Monaco le Diatomee si osservano da gennaio a giugno, qui sono più numerose da aprile a luglio con un *optimum* verticale tra i 50 e i 150 metri. La loro quantità lungo le coste algerine si può calcolare a 30.000 per litro, o al 2 al 3% del numero totale dei Protisti.

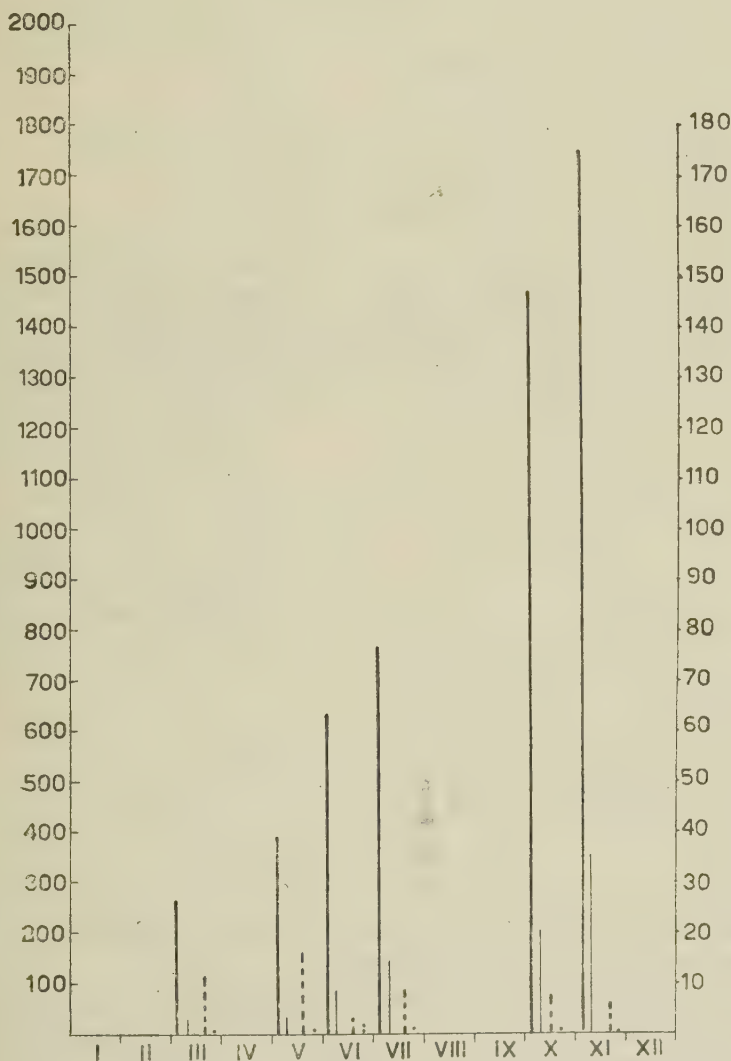


Fig. 7. — Medie dei valori del volume del fitoplancton, Palmelle (Coccolitofore), N, P, in stazioni poste a circa 20 km dalla costa algerina.

(—) Volume totale del fitoplancton:

(—) Palmelle:

(---) Fosforo fosforifico per m³:

(.....) Azoto nitrico per m³:

(Grafico ricavato dai dati editi da BERNARD F., 1952 e 1956).

Appunto Lecal (1952) rimarca l'importanza delle correnti di scambio tra l'Atlantico e il Mediterraneo, anche in profondità, sulla vita planctonica e trova un rapporto CoccolitoforeDiatomee a tutto vantaggio delle prime.

Interessante è anche il lavoro di Lecal-Schlauder (1951), nel quale viene trattata la biologia delle Coccolitofore mediterranee e riportato

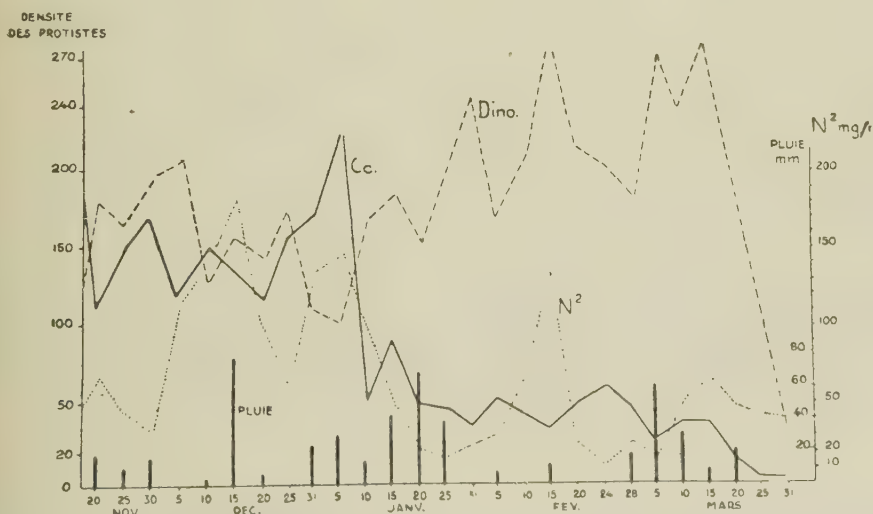
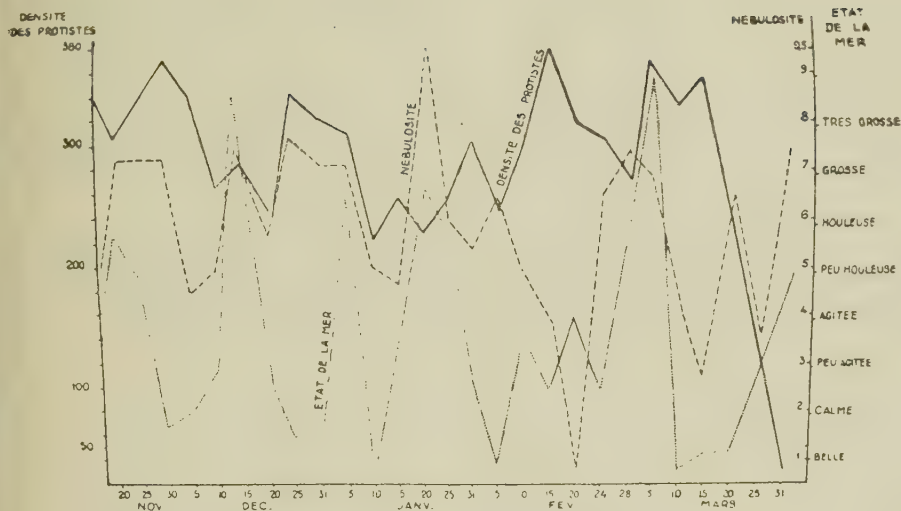


FIG. 8. — Paragone tra alcune proprietà biologiche marine riscontrate nell'Algeria occidentale, a Banyuls e Monaco. I valori sono calcolati per la zona eutrofica 0-100 m, e sono paragonati a quelli di Monaco, presi per unità. Notare la debole variabilità dei nitrati. Le medie sono state ricavate, per Monaco e Banyuls, su 52 serie di prese d'acqua regolari (una per settimana circa), da 6 a 12 miglia dal porto, nel 1938. Quelle dell'Algeria per la regione da Orano a Dellys, da 3 a 25 miglia dalla riva, per i mesi di giugno-luglio, dicembre-gennaio, marzo e maggio (circa 40 campioni per livello) (da BERNARD F., 1956).

numero delle specie in varie zone, tra cui Napoli, riferendo le percentuali tra le diverse specie alle coste nord-africane.

Kruger (1950) riporta alcune percentuali delle specie che formano il plancton della zona costiera algerina: le Coccolitofore formerebbero dal 50 all'80 della massa del nanoplankton e lo sviluppo dei vari gruppi dipenderebbe da varie cause non solo di natura stagionale, ma anche di stato del mare e insolazione, e sarebbe molto saltuario specialmente per le Coccolitofore; anche chiaro è l'andamento dei sali nutritivi dal novembre 1949 al marzo 1950.

Lecal infine (1954) conferma una grande differenza biologica tra la parte nord del bacino occidentale, povero in Flagellati calcarei al disotto dei 20



metri e la parte sud di questo bacino, sovente ricca di protisti dai 400 ai 700 metri. Le ragioni di questa povertà e ricchezza non trovano tuttavia chiara spiegazione.

Lavori sulle coste spagnole sono stati intrapresi in particolare modo dal Laboratorio di Barcellona ad opera di Margalef e Massuti-Alzamora. Tuttavia ai nostri fini interessano particolarmente la pubblicazione di Margalef (1951) e Margalef ed altri (1952 e 1954).

I lavori sono particolarmente interessanti in quanto riportano, dati sulla quantità di clorofilla espressa in unità di pigmento Harvey in rapporto al ciclo di Dinoflagellati e Peridinee, cioè delle forme più importanti dominanti a Castellón.

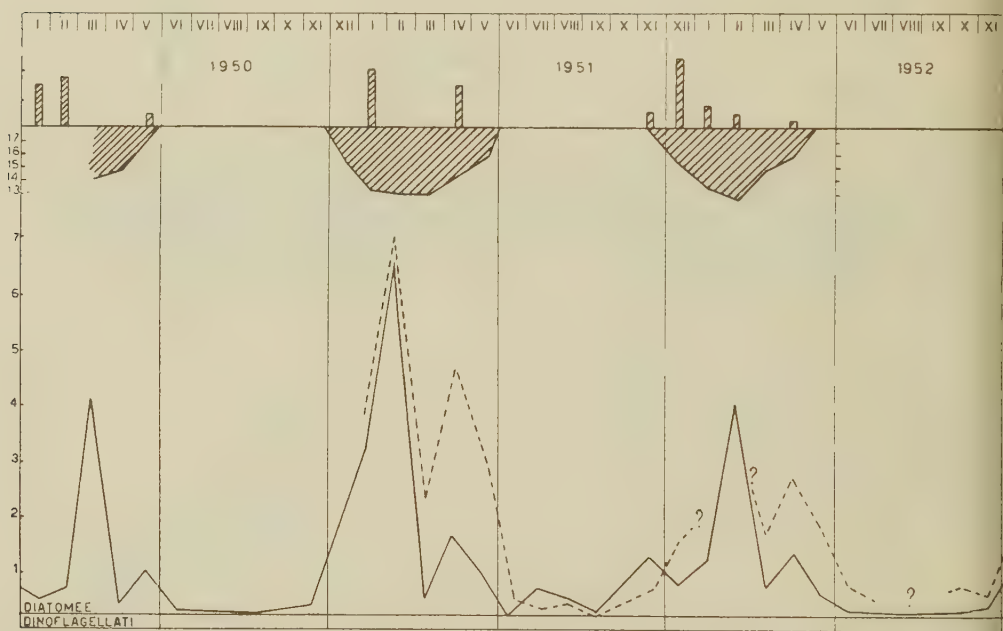


FIG. 8. — Variazioni quantitative del fitoplancton lungo le coste di Castellón. La linea continua è proporzionale alla densità delle cellule espressa in media mensile, supponendo costante la densità della popolazione di Dinoflagellati; gli organismi del fitoplancton che non sono nè Diatomee nè Dinoflagellati costituiscono una parte insignificante del microplancton raccolto con rete, al quale questa curva si riferisce. — La linea tratteggiata esprime i valori medi mensili delle acque superficiali. La spezzata le UPH. (grafico ricavato da MARGALEF R.; SAIZ F.; RODRIGUEZ-RODA J.; TOLL R. e VALLES J., 1952; e da MARGALEF R.; HERRERA J.; RODRIGUEZ-RODA J.; LARRANETA M. G., 1954)

Le cifre che l'Autore ottiene nel calcolo medio delle cellule per mese (Diatomee e Dinoflagellati) suppongono costante ed uguale a 100 il numero dei Dinoflagellati, sono cioè rapporti e non cifre assolute, il che ci dà solo un'idea orientativa.

Quanto alle letture dell'UPH/mc esse sembrano inferiori a quelle trovate da Harvey (1934) a sud-ovest di Plymouth, specialmente se confrontiamo i dati di maggio di Margalef e di Harvey. Tuttavia un numero limitato di ca-

oni non può naturalmente dare alcuna idea del reale contenuto in clorofilla nelle due zone.

Lungo le coste italiane le variazioni stagionali del fitoplancton da un punto di vista quantitativo, ma con criterio percentualistico tra le diverse specie e i diversi gruppi, sono state studiate a Punta del Mesco (Golfo di Genova) da Rampi (1954) ed il lavoro presenta particolare interesse data la conoscenza che ha l'Autore di quella zona.

Riprendendo invece la tecnica della clorofilla, basandosi sulla determinazione della fluorescenza secondo il metodo di Kalle (1951), Korringa e Postma (1957), in un lavoro sulla produttività del Golfo di Napoli, fanno un paragone tra i dati così ottenuti e le analisi relative della salinità, temperatura, ossigeno, MnO_4 e fosfati. Il lavoro, pur essendo molto interessante, specialmente dal punto di vista di coordinazione dei vari dati, è di relativo interesse, in quanto i campioni prelevati si riducono all'aprile ed all'ottobre 1954. La zona molto vicina alla costa è stata trovata, come è noto, ricca sia di sali nutritivi, che di plancton, ma la fertilità generale del Golfo è inferiore a quella della Marea e dell'Oosterschelde con cui gli AA. fanno qualche raffronto, anche se superiore a quanto poteva essere reputato dai precedenti dati.

ADRIATICO.

Oltre ai già citati lavori di Forti sul plancton di Rovigno d'Istria ed a quelli di Schiller (1914, 1925) e di Steuer (1902), Ergecovic (1934) osserva le variazioni stagionali dell'ambiente nei pressi di Spalato, concludendo come nelle zone presenti, dal punto di vista biologico *un milieu tout à fait propre à un développement riche de vie organique*, dato che non presenta mai un valore dei fosfati superiore a 3,2 mg/cm (media dell'1,3 mg/cm). Ergecovic (1936) interessanti grafici sull'andamento quantitativo del fitoplancton nelle acque costiere.

Durante lo studio qualitativo del fitoplancton sono state determinate 74 specie di Bacillariaceae, 3 di Coccolitofore, 5 di Silicoflagellati, e 129 di Dinoflagellati. Dal punto di vista ecologico Bacillariaceae, Coccolitofore e Dinoflagellati (vedi anche Steuer ed Issel) presentano una vegetazione perenne, prime con un massimo inver-

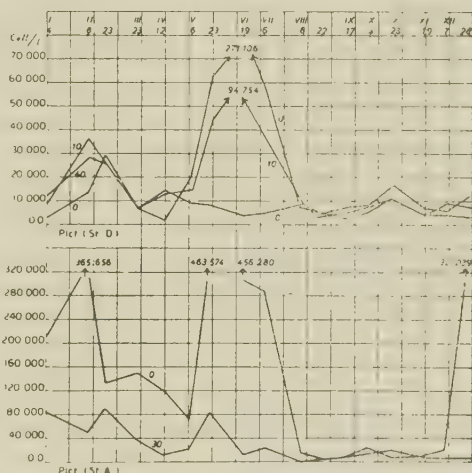


FIG. 9. - Andamento annuale della produzione quantitativa nelle stazioni A e D (stazioni costiere dell'Adriatico medio, nei pressi di Spalato). Produzione totale della zona superficiale e di quella a m. 30 di profondità (staz. A). Produzione totale della zona superficiale e di quelle a 10 e 40 metri di profondità (staz. D). (da ERGECOVIC A., 1936).

nale ed un minimo primaverile-estivo, le seconde con un massimo primaverile ed un minimo invernale; i Dinoflagellati con un minimo invernale, ma con due massimi, uno primaverile e l'altro autunnale. Da rilevare che, a differenza di quanto ha osservato Bernard nel Mediterraneo, le Cololitofores rappresentano sempre una parte quantitativamente poco rilevante dell'insieme del fitoplancton, insieme di cui le Diatomee sono il massimo rappresentante.

Da un rapporto produzione quantitativa-fattori fisico chimici, risulta che i fosfati, venti del nord ed apporti d'acqua dolce determinano un ambiente favorevole, mentre l'agitazione delle acque e la luce agiscono come fattori limitanti. Nelle Baie di Kotor (1938) l'Autore osserva una flora diatomeica neritica eurialina del tipo atlantico temperato.

Ercegovic (1940) studia anche il problema delle interrelazioni tra venti ed apporti d'acqua dolce e fitoplancton della zona costiera.

Interessanti lavori sui sali nutritivi sono, oltre quelli di Ercegovic, le pubblicazioni di Stundl (1938), che osserva come nell'Adriatico nord-orientale abbia un minimo estivo ed un massimo invernale di fosforo ed azoto nitroso e nitrito ed ammoniacale che però, a differenza del fosforo, scompaiono interamente in estate, eccetto che sul fondo. Dalle pubblicazioni di Buljan (1953), Buljan e Marinkovic (in preparazione), e Buljan e Span (in preparazione) si possono ricavare i seguenti dati:

	<i>P-PO₄ mg/t</i>			<i>P mg/t</i>			<i>N-NO₃ mg/t</i>		
	Valore medio	Valore minimo	Valore massimo	Valore medio	Valore minimo	Valore massimo	Valore medio	Valore minimo	Valore massimo
NORD ADRIATICO									
Nümann (1941) a largo di Rovigno	1,5	0,6	2,26	4,8	11,7	0,2	7,93	0,0	37,1
Boljac e Marinkovic (1947-50) ..	0,0	0,0	6,75	—	—	—	—	—	—
Boljan e Span (1947-50; 1952-53) tra Split e l'I. Palagruza....	—	—	—	—	—	—	6,29	0,5	37,1
MEDIO ADRIATICO									
Boljan e Marinkovic (1946-50) ..	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Boljan e Span (1952-53) tra Split - Vis - Palagruza - Gargano ..	—	—	—	9,19	1,5	18,9	6,29	0,5	10,0
SUD ADRIATICO									
Boljan (dati non pubblicati 1957) al largo dell'I. Mljet ..	1,77	0,6	5,1	6,81	2,6	18,2	2,80	0,0	15,0

Dato che le acque dello Jonio sono relativamente ricche in sali nutritivi (Nomsen 1931), e senza entrare in discussione sulle variazioni cicliche annuali dei sali nutritivi in Adriatico, possiamo dire che l'Adriatico medio è più ricco in fosforo totale dell'Adriatico settentrionale e meridionale, ed, a sua volta, circa 1,6 più povero della Manica, zona notoriamente non eccessivamente ricca in sali nutritivi.

Anche i valori dei nitrati, rispetto alla Manica, sono di $1/9$ ed $1/7$ e pertanto ancor meno favorevole che nel caso dei fosfati.

Nümann (1941) reputa tuttavia che il fattore maggiormente responsabile della povertà dell'Adriatico risieda nella scarsità non tanto dei fosfati, quanto dei nitrati, data la maggior difficoltà di ottenere l'azoto dai composti organici, in acqua di mare, sotto forma nitrica o di composti nitrici semplici.

Conclusioni.

Da quanto è stato sopra esposto si può riassumere che le ricerche biologiche quantitative e sulla produttività si risolvono come abbiamo prima esposto, nelle aree costiere di Castellón (Margalef ed altri), di Banyuls sur Mer (Bernard), Monaco (Bernard), qualche notizia sul Golfo di Genova (Rampi), e sul Golfo di Napoli (Korringa e Postma), delle coste tunisino-algerine (Lecal, Bernard e Brocieri del « Prof. Lecaze-Duthiers »), delle coste dalmate (Bouljan, Erecgovic) cui si aggiungono i risultati delle campagne del « Dana ».

Le tecniche usate sono quelle del conteggio e, in due casi, dell'estrazione della clorofilla dal fitoplancton e del suo computo.

Come si vede queste aree studiate si riducono in fondo a zone piuttosto ristrette e, cosa specialmente importante, le raccolte sono state effettuate, non solo per quelle di Bernard, al più durante un ciclo annuale e più spesso invece durante una sola stagione, come quelle della campagna del « prof. Lecaze-Duthiers » o quelle di Korringa e Postma. Da qui una relativa importanza dei risultati ottenuti in quanto non rispecchiano che cicli saltuari della vita planctonica e quindi della produzione. Il fatto poi che le ricerche siano state condotte lungo zone costiere, spesso influenzate da particolari fattori, quali, per esempio, i venti a Monaco, e le correnti di scambio atlantico-mediterraneo all'Algeria, o la particolare ricchezza della zona costiera del Golfo di Napoli non sono certo ragioni che possono indurci a trarre conclusioni generali per il bacino mediterraneo.

Tuttavia, dal confronto dei dati raccolti nelle aree studiate, appare chiaro che:

l'analisi quantitativa dei vegetali planctonici dà risultati generalmente bassi rispetto agli altri mari;

anche nelle aree ricche, tale quantità non raggiunge mai valori pari alle aree non mediterranee e non tropicali (vedi lavori di Bernard);

i sali nutritivi possono talora, specialmente in aree costiere, raggiungere valori elevati, qualora l'area studiata sia influenzata da particolari correnti o sbocchi di fiumi;

la quantità di uno dei sali nutritivi può essere talora elevato, ma per la legge di Liebig, non sarà sfruttabile in misura del suo maggiore tenore, a fini biologici (Picotti e Fattori, 1937; Maldura, 1937);

nella zona del Mare di Alboran, sia in estate che in inverno, il plancton è abbastanza ricco mentre, procedendo verso l'est, la sua quantità decresce notevolmente. La zona orientale del Mediterraneo è pertanto povera in plancton, talchè Jespersen la paragona al Mar dei Sargassi e, grosso modo, si può affermare sia 20 volte più povera del Mar delle Azzorre.

si può generalmente affermare che il Mediterraneo orientale, anche nella stagione più favorevole, si mantiene sempre più povero dell'Adriatico

in alcune zone costiere dell'Adriatico il microplancton è così ricco da concludere (Schiller, 1925) che questo mare sia 5 volte più ricco in Coccolitofore dell'Atlantico alla corrispondente latitudine e 20 volte più dell'Atlantico tropicale. Tuttavia non si può escludere che tali dati siano stati il risultato di particolari condizioni delle acque, e particolarmente degli apporti di acque dolci e delle sostanze in sospensione.

Pertanto, anche se il plancton mediterraneo è, secondo alcuni autori (ad es. Rampi, 1942 *b*, 1945) in continuo scambio col plancton interoceanico, la sua già tanto discussa povertà resta un fatto ormai generalmente accertato. Quanto alle ipotesi più naturali per spiegare questo fenomeno, ricorderò:

la povertà di sostanze nutritive Brunelli, 1937 (il che non esclude che particolari zone costiere, ricche specialmente di apporti di acqua fluviale, non siano favorevolmente arricchite dal contributo in sali di queste acque);

il rinnovamento dei sali nutritivi stessi sarebbe ostacolato, secondo Bernard (1937) dalla elevata temperatura delle acque profonde (13°) e dalla mancanza di circolazione verticale;

la scarsa azione dei batteri, causata dalla temperatura, sarebbe un altro fattore indiretto che inibirebbe la produzione dei sali nutritivi, unitamente alla scarsa circolazione verticale ed alla elevata temperatura in profondità

si aggiunga che attraverso lo Stretto di Gibilterra le acque profonde mediterranee sono rimpiazzate dalle acque superficiali atlantiche e che (Bernard, 1938) le acque mediterranee non si mescolano largamente che al principio dell'inverno;

che l'assenza di maree e di platea continentale non facilitano l'apporto di batteri, e delle riserve, dalla zona profonda a quella superficiale;

l'importantissimo ruolo che sembra riservato alle Coccolitofore sia in superficie che in profondità dalle ricerche quantitative, non ci è ben conosciuto per quel che riguarda la loro importanza nel ciclo dell'organizzazione delle sostanze organiche, specialmente quando prendiamo in considerazione la loro quantità numerica in zone profonde e scarsamente illuminate. Non sappiamo d'altronde neppure con esattezza il rapporto Coccolitofore-Diatomee e Dinoflagellati per quanto riguarda la quantità di pigmento attivo ed utilizzabile nella fotosintesi, specialmente in rapporto alla profondità ed alla intensità luminosa nei nostri mari; dunque non possiamo fare un paragone diretto tra zone ricche nei due differenti gruppi;

la utilizzazione dei sali nutritivi nelle aree a vasta distribuzione di ercolitofore è molto incompleta a causa della lentezza di moltiplicazione di questi flagellati calcarei.

Per molti dei problemi su esposti dobbiamo pertanto restare nel campo delle ipotesi, talora per altro convalidate, ma che potrebbero avere una più definitiva spiegazione quando si intensificassero le campagne oceanografiche anche in zone più lontane dalle coste, e le ricerche si orientassero verso una più moderna metodica.

RIASSUNTO

L'autore riassume brevemente i fattori più importanti che influiscono sulla produzione marina e le varie tecniche usate per il suo studio, mettendo in evidenza le principali critiche mosse a queste ultime.

Viene anche riferita la bibliografia riguardante, in modo particolare, le ricerche sulla produzione del Mediterraneo, ed alcune considerazioni di ordine generale sull'argomento stesso.

RÉSUMÉ

L'Auteur résume brefment les facteurs les plus importants qui ont des influences sur la production marine et sur les diverses techniques employées pour son étude, et indique les principales critiques formulées à leur sujet.

Dans la deuxième partie de ce travail l'Auteur traite la bibliographie rapportant, en particulier, aux recherches relatives à la productions de Méditerranée et, de diverses considérations d'ordre générale sur cette question.

SUMMARY

The author briefly summarises the main factors which influence the production of the sea and the various techniques used in the study of this argument, pointing out the outstanding criticism toward these techniques.

The bibliography relating especially to the production of the Mediterranean sea and some general considerations on this subject are also referred to.

BIBLIOGRAFIA — PARTE I

- ALEEN W. E. (1919): *A contribution to the quantitative study of plankton*. « J. Mar. biol. Ass. U. K. », 12 (1).
- ALEEN W. E. (1928): *Catches of Marine Diatoms and Dinoflagellates taken by boat in Southern California waters in 1926*. « Bull. Scripps Inst. Oceanogr. ». Tech. ser., 1, 13.
- ALEEN W. E. (1934): *The problem of methods in marine plankton investigations*. « Int. Rev. Hydrobiol. », 31, 40.
- ÅLVIK G. (1934): *Plankton-Algen norvegisk Austernpollen. II Licht und assimilation in verschiedenen Tiefen*. « Bergens Mus. Aarb. », 10, 1.
- ATKINS W. R. G. (1923): *The phosphate content of fresh and salt waters and its relationship to the growth of the algal plankton*. « J. Mar. biol. Ass. U. K. », 13, 1.
- ATKINS W. R. G. (1928): *Seasonal variation in the phosphate and silicate content of sea water during 1926 - and 1927 in relation to the phytoplankton crop*. « J. Mar. biol. Ass. U.K. », 15, 191.
- ATKINS W. R. G. (1930): *Seasonal variation in the phosphate and silicate content of sea water in relation to phytoplankton crop (Part. V)*. « J. Mar. biol. Ass. U. K. », 16, 821.
- ATKINS W. R. G. (1932): *The chemistry of the sea in relation to the productivity of the sea*. « Sci. Progr. », 27, 289.
- ATKINS W. R. G. e JENKINS P. G. (1953): *Seasonal changes in the phytoplankton during the years 1951-52 as indicated by spectrophotometric chlorophyll estimation*. « J. Mar. biol. Ass. U. K. », 31, 495.
- ATKINS W. R. G. e PARKE M. (1951): *Seasonal changes in the phytoplankton as indicated by chlorophyll estimations*. « J. Mar. biol. Ass. U. K. », 29, 609.
- ATKINS W. R. G. e POOLE H. M. (1930): *The photochemical and photo-electrical measurement of submarine illumination*. « J. Mar. biol. Ass. U. K. », 16, 509.
- BALLANTINE D. (1953): *Comparison of the different methods of estimating nanoplankton*. « J. Mar. biol. Ass. U. K. », 32, 129.
- BARKER H. A. (1935): *Photosynthesis in diatoms*. « Arch. Mikrobiol. », 6, 141.
- BEADLE L. C. (1943): *Osmotic regulation of the faunas of inland waters*. « Biol. Rev. », 18 (4).
- BERARDI G. (1953): *Apparecchio per una precisa valutazione volumetrica di campioni oceanografici*. « Mem. Ist. Ital. Idrobiol. de Marchi », 7, 221.
- BERNARD F. (1939): *Variation du nanoplankton et des sels nutritifs en mer profonde: les eaux côtières de Monaco en 1938*. « Rapp. Comm. int. Explor. Mer Médit », 109, 51.
- BIRGE E. e JUDAY C. (1922): *The inland lakes of Wisconsin. The Plankton. I. Its quantitative and chemical composition*. « Wis. Geog. Nat. Hist. Survey ». Bull. n. 64 Sc. ser. n. 1.
- BRAARUD T. (1935): *The « Ost » expeditions to the Danmark Strait 1929. II. The phytoplankton and its conditions of growth*. « Hvalråd. Skr. », 1, n. 10.
- BRAARUD T. (1945): *Experimental studies on marine plankton diatoms*. « Avh. Norske Vid. Acad. », 1944, n. 16.
- BRAARUD T. e FØYN B. (1931): *Beiträge zur Kenntniss des Stoffwechsels im Meere*. « Avh. Norske Vidensk. Akad. », 1930, n. 14.
- BRANDT K. (1899): *Ueber den Stoffwechsel im Meere*. « Komm. z. Wissensch. Untersuch. Deutschen Meere in Kiel u. d. Biolog. Anstalt auf Helgoland. Wissensch. Meeresuntersuch. N. F. Abt. Kiel. », 4, 213.

- ANDT K. (1929): *Phosphate und Stickstoffverbindungen als Minimumstoffe für die Produktion im Meere*. « Rapp. Cons. Explor. Mer. », 53, 5.
- ARKE G. L. (1933): *Diurnal migration of Plankton in the Gulf of Maine and its correlations with changes in submarine irradiation*. « Biol. Bull. Wood's Hole », 65, 402.
- ARKE G. L. (1936): *Light penetration into the Western North Atlantic and its application to biological problems*. « Rapp. Cons. Explor. Mer. », 101 (2, n. 3.)
- ARKE G. L. (1938): *Seasonal changes in the intensity of submarine illumination off Woods Hole*. « Ecology » 19, 89.
- ARKE G. L. e OSTER R. H. (1934): *The penetration of the blue and red components of daylight into Atlantic coastal waters and its relation to phytoplankton metabolism*. « Biol. Bull. Wood's Hole », 67, 59.
- AVE P. T. (1900): *The seasonal distribution of Atlantic plankton organisms*. « Göteborgs Vetensk Samh. Handl. », 17, 1.
- EPER L. H. N. (1938): *Phosphate in the English Channel, 1933-38 with a comparison with earlier years, 1916 and 1923-32* « J. Mar. biol. Ass. U. K. », 23, 181.
- ITZ G. e RICHARDS F. (1955): *The estimation and characterization of plankton population by pigment analysis. III. A note on the use of « Millipore » membrane filters in the estimation of plankton pigments*. « J. Mar. Res. », 14, 211.
- IN W. J. (1908): *Notes on the alimentary canal and food of the Copepoda*. « Int. Rev. Hydrobiol. », 1, 772.
- YEZE L. (1952): *Les éléments biogènes et le cycle de la matière vivante dans les milieux marins*. « Vie et Milieu », Suppl. n. 2, 86.
- Y M. S. e OGURI M. (1957): *Evidence for a photosynthetic daily periodicity*. « Limnol. Oceanogr. », 2, 37.
- XBURY A. C. e YENTSCH C. S. (1956): *Plankton pigment monographs*. « J. Mar. Res. », 15, 92.
- RGUSON W. E. J. (1956): *Considerations on productivity*. « J. Cons. int. Explor. Mer. », 21, 280.
- EMING R. H. (1939): *The control of Diatoms populations by grazing*. « J. Cons. int. Explor. Mer. », 14, 210.
- EMING R. H. (1940): *The composition of plankton and units for reporting population and production*. « Proc. VI Pac. Sci. Congr. 1939 », vol. 3, 535.
- OLANDER (1954): *Plankton volume displacement indicator*. « n. 80 nr. 520/III, Project NR. 083-012 Tech. Rep., 25 Univ. Washington, Dept. Oceanogr. ».
- ARDER T. e GRAN H. H. (1927): *Investigation of production of plankton in the Oslo Fjord*. « Rapp. Cons. Explor. Mer. », 42, 1.
- RDINER A. C. (1943): *Measurement of phytoplankton population by pigment extraction method*. « J. Mar. biol. Ass. U. K. », 25, 739.
- RDINER A. C. (1947): *Review of Riley A. G. (1939). Correlation in aquatic ecology*. « J. Cons. Int. Explor. Mer. », 15, 80.
- SSNER F. (1937): *Phytoplanktonverteilung und Vertikalzirkulation im Bodense*. « Ber. dtsh. Ges. », 55, 172.
- SSNER F. (1949): *Der Chlorophyllgehalt im See und seine photosynthetische Valenz als geophysikalisches Problem*. « Schweiz. Z. Hydrol. », 11, 378.
- LBERT J. Y. (1942): *The errors of Sedgewick-Rafter Counting Chamber in the enumeration of phytoplankton*. « Trans. Amer. micr. Soc. », 61, 217.
- OVES R. S. (1953): *The Hardy plankton indicator and sampler: a description of the various models in use*. « Bull. Mar. Ecol. », 14, 7.

- GRAHAM H. W. (1943): *Chlorophyll-content of marine plankton*. « J. Mar. Res. », 5, 153.
- GRAN H. H. (1912 a): *The Pelagic Plant life*. in J. Murray e J. Hjort. « The Depths of the Ocean ».
- GRAN H. H. (1912 b): *Preservation of samples and quantitative determination of the plankton*. « Public. Circostance n. 62, Cons. inter. Explor. Mer. ».
- GRAN H. H. (1915): *The Plankton Production of the North European waters in the spring of 1912*. « Bull. Plancton. 1912, publ. par. le Bureau du Conseil Int. Explor. M. ».
- GRAN H. H. (1927): *Production of plankton in the coastal waters off Bergen, March-April 1927*. « Rep. Norveg. Fish. Invest. », 3 (8).
- GRAN H. H. (1930): *The spring growth of the plankton at Möre in 1928-29 and at Lofoten in 1929 in relation to its limiting factors*. « Norske Vidensk.-Akad. », Sk. 1, Matem. Naturvidensk. klasse, n. 5, 5.
- GRAN H. H. (1932): *Phytoplankton. Methods and Problems*. « J. Cons. int. Explor. Mer. », 7, 1-10.
- GRAN H. H. e BRAARUD T. (1935): *Quantitative study of the phytoplankton in the Bay of Fundy and the Gulf of Maine (including observation on hydrography, chemistry and turbidity)*. « Biol. Board Canada J. », 1, 279.
- GRØNTVED JUL. (1949): *Investigation on the phytoplankton in the Danish Waddensea*, « Medd. Komm. Havundersog., Kbh. ser., Plankton », 5, (2).
- HARVEY H. W. (1934): *Measurement of phytoplankton population*. « J. Mar. biol. Ass. U. K. », 19, 761.
- HARVEY H. W. (1939): *Substances controlling the growth of a diatom*. « J. Mar. biol. Ass. U. K. », 23, 494.
- HARVEY H. W. (1957): *The Chemistry and Fertility of Sea Waters*. Univ. Press., Cambridge, 1957.
- HARVEY H., W. COOPER L. H. N., LEBOUR M. V. e RUSSEL F. S. (1935): *Plankton Production and its control*. « J. Mar. biol. Ass. U. K. », 20, 407.
- HAXO F. T. e BLINKS L. R. (1950): *Photosynthetic action spectra of marine algae*. « J. Mar. Biol. Ass. U. K. », 23, 389.
- HENSEN V. (1887): *Ueber die Bestimmung des Planktons oder des im Meere treibenden Planktons an Pflanzen und Tieren*. « Ber. Komm. Wiss. Unters. Dtsch. Meere ». Kiel, 1882-86), 1.
- HENTSCHEL E. (1932): *Die biologischen Methoden und das biologische Beobachtungsmaterial der « Metheor » - Expedition*. « Wiss. Ergebn. dtsch. atlant. Exped. « Metheor », 1, 1-10.
- HÖGLUND H. e LANDBERG S. (1935): *Further investigations upon the photosynthesis of the phytoplankton by constant illumination*. « Rapp. Cons. Explor. Mer. », 95, 31.
- HOLMES R. W. e WIDRING. T. M. (1956): *The enumeration and collection of marine phytoplankton*. « J. Cons. int. Explor. Mer. », 22, 21.
- JENKIN B. M. (1937): *Oxygen production by the diatoms Coscinodiscus excentricus Ehrh. in relation to submarine illumination in the English Channel*. « J. Mar. biol. Ass. U. K. », 22, 301.
- JENKINS P. G. (1955): *Seasonal changes in the phytoplankton as indicated by spectrofotometric chlorophyll estimations 1952-53*. « Pap. Mar. Biol. Oceanogr., Deep-Sea Res. », 3 (suppl.), 1-10.
- KALLE K. (1937): *Meereskundliche chemische Untersuchungen mit Hilfe des Zeisschen Pulver-Photometers. VI Mitt. Bestimmung des Nitrits und des « Gelbofs »*. « Ann. Hydrogr. Marit. Meteor », 75, 276.
- KALLE K. (1951): *Meereskundliche chemische Untersuchungen mit Hilfe des Zeisschen Pulver-Photometers. VII Mitt. Die mikrobestimmungen des Chlorophylls und der Eigenfärbung des Meerwassers*. « Dtsch. hydrogr. Z. », 4, 92.

- CHUM B. H. (1951): *Plankton algae and their biological significance*, in Smith G. M. « *Manual of phycology* », p. 335.
- CHUM B. H. (1954): *Mineral nutrition of phytoplankton*. « *Annu. Rev. Pl. Physiol.* », 5, 55.
- IGHT-JONES E. W. (1951): *Preliminary studies of nannoplankton and ultraplankton systematics and abundance by a quantitative culture methods*. « *J. Cons. int. Explor. Mer.* », 17, 140.
- EPS K. e VERBINSKAYA N. (1930): *Seasonal changes in phosphate and nitrate content and in Hydrogen ion concentration in the Barents Sea*. « *J. Cons. int. Explor. Mer.* », 5, 329.
- EY J. (1939): *Die Bestimmung des Chlorophylls in Meerwasser-Schöpfproben*. « *J. Cons. int. Explor. Mer.* », 14, 201.
- NTKUHN J. H. (1958): *Notes on the precision of numerical and volumetric plankton estimates from small-sample concentrates*. « *Limnol. Oceanogr.* », 3, 69.
- TREFORD R. A., NEWCOMBE C. L. e SHEPHERD B. B. (1940): *An experimental study of certain quantitative plankton methods*. « *Ecology* », 21, 309.
- WIN J. C. (1955): *Silicon metabolism in Diatoms: II Sources of Silicon for growth of Navicula pelliculosa*. « *Plant. Physiol.* », 30, 129.
- MANH H. (1908): *Untersuchungen zur Feststellung des vollständigen Gehalts des Meeres an Plankton*. « *Wiss. Meeresuntersuch.* », 10, 129.
- RSNALL N. (1956): *Chlorophyll a content in the phytoplankton of coastal waters [of the eastern Gulf of Mexico]*. « *J. Mar. Res.* », 15, 14.
- RSNALL S. M. e ORR A. P. (1930): *A study of the spring Diatom in Loch strive*. « *J. Mar. Biol. Ass. U. K.* », 16, 853.
- ORE (1924): *Organic Production*, in Johnstone J., Scott A., Chadwich H. C. « *The Marine Plankton* », p. 154.
- ELSEN P. H. (1950): *An auxiliary apparatus for plankton studies by means of the sedimentation method*. « *J. Cons. int. Explor. Mer.* », 16, 307.
- WARD W. (1903): *Ueber eine neue theoretische Betrachtungsweise in der Planktologie, insbesondere über die Bedeutung des Begriffs der « inneren Reibung des Wassers » für dieselbe*. « *Forschber. Plön* », 10, 1.
- CE N. J. (1941): *Pigments of the marine Diatom Nitzschia closterium*. « *J. biol. Chem.* », 140 483.
- LMER C. M., MALONEY T. E. (1954): *A new counting slide for nannoplakton*. « *Limnol. Soc. Amer.* », Spec. Publ. 21, 1.
- TERSON HOGGLUND H. e LANDBERG S. (1934): *Submarine daylight and the photosynthesis of phytoplankton*. « *Göteborgs Vetensk Samh. Handl.* », 3 (7), 1.
- OMPI L. (1954): *Variazioni del fitoplancton di superficie raccolto nel Golfo di Genova a Punta del Mesco (La Spezia)*. « *Atti Accad. Ligure Sci. Lett.* », 10, 11.
- EDFIELD A. C. (1934): *On the proportions of organic derivatives in sea waters and their relation to the composition of plankton*, in Johnstone Memorial Volume, Lancashire Sea Fisheries, Liverpool 1934, pag. 116-162.
- CHARDS F. A. (1952): *The estimations and characterization of plankton population by pigment analyses. I The asorbtion spectra of some pigments occurring in diatoms, dinoflagellates, and brown algae*. « *J. Mar. Res.* », 11, 147.
- CHARDS F. A., THOMPSON T. G. (1952): *The estimation and characterization of plankton population by pigment analyses. II A spectrophotometric method for the estimation of plankton pigments*. « *J. Mar. Res.* », 11, 156.
- LEY G. A. (1938 a): *Plankton studies. I A preliminari investigation of the plankton of Tor-tugas region*. « *J. Mar. Res.* » 1, 335.

- RILEY G. A. (1938-b): *The measurement of Phytoplankton*. « Int. Rev. Hydrobiol. », 36, 371.
- RILEY G. A. (1939): *Plankton studies*. II *The western north Atlantic, May-June 1939*. « J. Mar. Res. », 2, 145.
- RILEY G. A. (1941-a) *Plankton studies*. IV *Georges Bank*. « Bull. Bingham oceanogr. Coll. », 7, (4).
- RILEY G. A. (1941-b): *Plankton studies*. V *Regional summary*. « J. Mar. Res. », 4, 162.
- RILEY G. A. (1946): *Factors controlling phytoplankton populations on Georges Bank*. « J. Mar. Res. », 6, 54.
- RILEY G. A. (1947): *Seasonal fluctuations of phytoplankton in New England coastal waters*. « J. Mar. Res. », 6, 114.
- RILEY G. A. (1953-a): *Letter to the editor*. « J. Cons. int. Explor. Mer. », 19, 85.
- RILEY G. A. (1953-b): *Theory of growth and competition in natural populations*. « J. Fish. Res. Bd. Canada », 10, 211.
- RILEY G. A. e GOLGY S. (1948): *Quantitative studies on the summer plankton population in the Western North Atlantic*. « J. Mar. Res. », 7, 100.
- RILEY G. A., STOMEL H. e BOMBUS D. F. (1949): *Quantitative ecology of the Western North Atlantic*. « Bull. Bingham Coll. », 12, (3).
- RILEY G. A. e von ARX R. (1949): *Theoretical analysis of seasonal changes in the phytoplankton of Husan Harbor, Korea*. « J. Mar. Res. », 8, 60.
- RUSSEL F. S. (1935): *The seasonal abundance of young fish in the offshore waters of the Plymouth mouth area*. « J. Mar. biol. Ass. U. K. », 20, 147.
- RUSSEL F. S. (1939): *Hydrographical and biological conditions in the North Sea as indicated by plankton organisms*. « J. Cons. int. Explor. Mer. », 14, 2.
- RUSTAND E. (1946): *Experiment on photosynthesis and respiration at different depths in the Oslo Fiord*. « Nytt. Mag. Naturv. », 85, 223.
- RYTHER J. H. (1954): *The ratio of photosynthesis to respiration in marine algae and its effect upon the measurement of productivity*. « Deep-Sea Res. », 2, 134.
- RYTHER J. H. (1956 a): *Photosynthesis in the sea as a function of light intensity*. « Limnol. Oceanogr. », 1, 61.
- RYTHER J. H. (1956 b): *The measurement of primary production*. « Limnol. Oceanogr. », 1, 7.
- RYTHER J. H. e VACCARO R. F. (1954): *A comparison of Oxygen and ^{14}C methods of measuring marine photosynthesis*. « J. Cons. int. Explor. Mer. », 20, 25.
- RYTHER J. H. e YENTSCH C. S. (1957): *The estimations of phytoplankton production in the ocean from chlorophyll and light data*. « Limnol. Oceanogr. », 2, 281.
- SAUBERER F. e RUTTNER F. (1941): *Die Strahlungsverhältnisse der Binnengewässer*. « Prob. Kosm. Phys. », 21.
- SERFLING R. E. (1949): *Quantitative estimation of plankton from small samples of Sedgewick-Rafter-Cell mounts of concentrate samples*. « Trans. Amer. micr. Soc. », 68, 185.
- SCHILLER J. (1914): *Bericht über Ergebnisse der Nannoplanktonuntersuchungen anlässlich der Kreuzungen der S. M. S. Naja und der Adria*. « Int. Rev. Hydrobiol. », 6 Biol. Suppl.
- SCHREIBER R. (1927): *Die Reinkultur von marinen Phytoplankton und deren Bedeutung für die Produktionsfähigkeit des Meerwassers*. « Wiss. Meeresuntersuch. N. F., Abt. Helgoland », 16 (10), 1.
- STANBURY F. A. (1931): *The effect of light of different intensities reduced selectively and non-selectively, upon the rate of growth of Nitschia closterium*. « J. Mar. biol. Ass. U. K. », 17, 3.

- TELE J. H. (1956): *Plant production on the Fladen Ground*. «J. Mar. biol. Ass. U. K.», 35, 1.
- TELE J. H. (1957): *A comparison of plant production estimates using ^{14}C and phosphate data*. «J. Mar. biol. Ass. U. K.», 36, 233.
- EMANN NIELSEN E. (1932): *Einleitende Untersuchungen über die Stoffproduktion des Planktons*. «Medd. Komm. Havundersøg., Kbh.», ser. Plankton, 2, (4).
- EMANN NIELSEN E. (1937): *The amount of organic matter produced by the phytoplankton in the Sound off Helsingør*. «Medd. Komm. Havundersøg., Kbh.», ser. Plankton, 3, (3).
- EMANN NIELSEN E. (1940): *Die Produktionsbedingungen des Phytoplanktons im Übergangsgebiet zwischen der Nord- und Ostsee*. «Medd. Komm. Havundersøg., Kbh.», ser. Plankton, 3 (4),
- EMANN NIELSEN (1951 a): *The marine vegetation of the Isefjord. A study on ecology and production*. «Medd. Komm. Havundersøg., Kbh.», ser. Plankton, 5 (4),
- EMANN NIELSEN E. (1951 b): *Measurement of the production of organic matter in the sea by means of Carbon-14*. «Nature», 167, 684.
- EMANN NIELSEN E. (1952): *The use of Radio-active Carbon for measuring organic production in the sea*. «J. Cons. int. Explor. Mer.», 18, 177.
- EMANN NIELSEN E. (1953): *Production of organic matter in the sea*. «Nature», 169, 956.
- EMANN NIELSEN E. (1954): *On organic production in the Oceans*. «J. Cons. int. Explor. Mer.», 19, 309.
- EMANN NIELSEN E. (1955-a): *The production of antibiotics by plankton algae and its effect upon bacteria activities in the sea*. «Pap. Mar. Biol. Oceanogr., Deep-Sea Res.», suppl. 3, 281.
- EMANN NIELSEN E. (1955-b): *Production of organic matter in the oceans*. «J. Mar. Res.», 14, 374.
- EDRUP H. U., JOHNSON M. W., FLEMING R. H. (1952): *The Oceans, their physics, chemistry and general biology*. Prentice-Hall inc., New York.
- MARA (1951): *The photosynthetic efficiency of Carotenoid pigments in Navicula minima*. «Amer. J. Bot.», 38, 276.
- OKER A. (1949): *Pigment extraction as a method for a quantitative analysis of phytoplankton*. «Trans. Amer. micr. Soc.», 68, 21.
- IVERSITY OF CALIFORNIA (in corso di stampa): *Physical, chemical and biological observations in the eastern tropical Pacific - November-December 1956*. Edited by R. W. Holmes (Scripps Instit. Oceanogr.).
- ERMÖHL H. (1931): *Neue Wege in der quantitativen Erfassung des Planktons*. «Verh. int. Ver. Limnol.», 5, 567
- CCARO R. F. e RYTHYER J. H. (1954): *The bactericidal effects of sunlight in relation to «light» and «dark» bottle photosynthesis experiments*. «J. Cons. int. Explor. Mer.», 20, 18.
- ARDUIN J. (1951): *A comparison of spring diatom crop of Western Lake Erie in 1949 and 1950*. «Ecology», 32, 662.
- ASSINK E. C., VERMEULEN D., REMAN G. H., KATZ E. (1938): *On the relation between fluorescence and assimilation in photosynthesizing cells*. «Enzymiologia», 5, 100.
- OOD E. J. F. (1956): *Considerations on Productivity*. «J. Cons. int. Explor. Mer.», 21, 280.
- ULF A. (1926): *Nanoplanktonuntersuchungen in der Nordsee. Mit Bemerkungen über die Methode des Zentrifugierens*. «Wiss. Meeresuntersuch. N. F., Abt. Helgoland», 15, 3, Abh. 16, 1.
- ENTSCH C. S., HEBARD J. F. (1957): *A gauge for determination plankton volume by Mercury immersion method*. «J. Cons. int. Explor. Mer.», 22, 184.
- ENTSCH C. S., RYTHYER J. H. (1957): *Short-term variations in phytoplankton chlorophyll and their significance*. «Limnol. Oceanogr.», 2, 140.

BIBLIOGRAFIA — PARTE II (*)

- ATKINS W. R. G. (1925): *Seasonal changes in the phosphate content of sea water in relation to the growth of the plankton during 1923 and 1924*. « J. Mar. biol. Ass. U.K. », 13, 700.
- BERNARD F. (1937): *Résultats d'une année de recherches quantitative sur le phytoplancton à Monaco. Comparation avec le mers voisine*. « Rapp. Comm. int. Mer. Médit. », 11, 151.
- BERNARD F. (1938 a): *Cycle du manoplancton a Monaco e Banyuls. I Etude quantitative*. « Ann. Inst. océanogr. Monaco », 17, 349.
- BERNARD F. (1938 b): *Recherches récentes sur la densité du plancton Méditerranée*. « Rapp. Comm. int. Mer Médit. », 11, 289.
- BERNARD F. (1939): *Études sur les variations de Fertilité des eaux Méditerranéennes - Climat et Nanoplancton à Monaco en 1937-38*. « J. Cons. int. Explor. Mer », 14, 228.
- BERNARD F. (1948): *Recherches préliminaires sur la fertilité méditerranéenne au large d'Agde*. « J. Cons. int. Explor Mer », 25, 260.
- BERNARD F. (1951): *Eaux Atlantiques et Méditerranéennes au large de l'Algérie. I Hydrographie et sels nutritifs et phytoplancton en 1950*. « Ann. Inst. oceanogr. », 27, 1.
- BERNARD F. (1952): *Fertilité marine et nanoplancton. Recherches récentes et programme futur*. « Vie et Milieu », Suppl. n. 2, 60.
- BERNARD F. (1953): *Rôle des flagellés calcaire dans la fertilité et la sédimentation en mer profonde*. « Deep-Sea Res. », 1, 34.
- BERNARD F. (1956 a): *Contribution à la connaissance du Détroit de Gibraltar. Hydrographie et nanoplancton en Juin 1954*. « Bull. Inst. océanogr., Monaco », n. 1074.
- BERNARD F. (1956 b): *Eaux Atlantiques et Méditerranéennes au large de l'Algerie. II Courant et nanoplancton de 1951 a 1953*. « Ann. Inst. océanogr., Monaco », 31, 231.
- BERNARD F. e BOUGIS P. (1954): *Relation de la Campagne du « Professeurs Lecaze-Dutiers »*. « Vie et Milieu », Suppl. n. 3, 3.
- BERNARD F. FAGE G. (1936): *Recherches quantitatives sur le plancton méditerranéen*. « Bull. Inst. océan. Monaco », n. 701.
- BERTHOLD G. (1882): *Über die Vertheilung der Algen im Golfe von Neaple nebst einem Verzeichnis der bisher daselbst beobachteten Arten*. « Mitt. zool. Stat. Neapel », 3, 393.
- BRANDT K. (1898): *Ueber den Stoffwechsel im Meere*. « Wiss. Meeresunters », 4, 213.
- BRANDT K. (1902): *Über den Stoffwechsel im Meere*. « Wiss. Meeresunters », 6, 23.
- BRUNELLI G. (1937): *La pauvreté de la vie dans la mer Méditerranée. Le stock biologique l'étude des nitrates et des phosphates*. « Comm. int. Explor. mer. Médit. » 10, 73.
- BULJAN M. (1953): *The nutrient salts in the Adriatic waters*. « Acta adriat. », 9, 1.
- BULJAN M. (1954): *The amount of nutrient salts contained in the waters of the Adriatic*. « Rapp. Comm. int. mer. Médit. », 12, 131.
- BULJAN M. e MARINKOVIC M. (1952): *Results of investigations into cyclic salts on the east coast of the Adriatic (Split)*. « Acta Adriat. », 4, 319.
- BULJAN M. e MARINKOVIC M. (in preparazione): *Hydrographic data for the Adriatic during the period of time extending from 1947 to 1950*.
- BULJAN M. e SPAN J. (in preparazione): *Investigations into the amount of nutrients salts at the Adriatic the line Split-Gargano in 1952-53*.
- COSTA (1838): *Diatomaceae*. « Fauna del Regno di Napoli ».
- DADAY E. (1886): *Eine kleiner Beitrag zur Kenntniss der Infusorien. Faune des G. von Neapel*. « Mitt. zool. Stat. Neapel », 6, 481.

(*) Per i lavori non in bibliografia vedi la Parte I.

- ADAY E. (1888): *Systematische Uebersicht die Dinoflagellaten des Golfes von Neapel*. « Mitt. zool. Stat. Neapel ».
- ANGELIS C. M. (1956): *Ciclo annuale del fitoplancton del Golfo di Napoli*. « Boll. Pesca, Pisc. Idrob. », 11, 37.
- TONI J. B. e FORTI A. (1916): *Analisi microscopia di alcuni saggi di fitoplancton raccolti dalla R. N. Liguria*. « Mem. R. Ist. Veneto Sci. Lett. Arti », 29, 1.
- URÁN M. (1951): *Contribución al estudio de los Tintinidos des plancton de las costas de Castellón (Mediterráneo Occidental)*. « Publ. Inst. Biol. apl. Barcelona », 8, 101.
- NTZ G. (1884): *Über Infusorien des Golfes von Neapel*. « Mitt. zool. Stat. Neapel », 5, 289.
- CEGOVIC A. (1934): *Température, salinité, oxygène, et phosphates dans les eaux cotières de l'Adriatique oriental moyen*. « Acta adriat. », 1 (5).
- CEGOVIC A. (1936): *Etudes qualitatives et quantitatives du phytoplancton dans les eaux cotières de l'Adriatique orietal moyen au cours de l'année 1934*. « Acta adriat. », 1 (9).
- CEGOVIC A. (1938): *Recherches des conditions hydrographiques du phytoplancton dans la Boka Kotsorska (Bouches de Kotor)*. « Annuar. Inst. Oceanogr. Roy. Yugoslavie », 1, 91.
- CEGOVIC A. (1940): *Weitere Untersuchungen über einige hydrographische Verhältnisse und über die Phytoplanktonproduktion in den Gewässern der Östlichen Mitteladria*. « Acta adriat. », 2 (3), 95.
- ORTI A. (1919): *Elenco preliminare della flora pelagica in seno di Quarto dei Mille presso Genova*. « Nuova Notarisia » ser. 30.
- ORTI A. (1922): *Ricerche sulla flora pelagica (fitoplancton) di Quarto dei Mille (M. Ligure)*. « Mem. R. Comit. talass. ital. », n. 97.
- ORTI A. e ISSEL R. (1923): *Di alcuni elementi rari osservati nel microplancton del Mare Adriatico di Rovigno*. « Nuova Notarisia », ser. 34.
- ORTI A. e ISSEL R. (1924): *Di alcuni elementi nuovi osservati nel microplancton del Mare Adriatico di Rovigno*. « Nuova Notarisia », ser. 35.
- ESSNER F. (1936): *Untersuchungen über den Nährstoffgehalt und die Planktonproduction in den Küstengewässern von Rovigno*. « Note Ist. Ital-Germ. Biol. mar. Rovigno d'Istria », 1 (20).
- ARVEY H. W. (1950): *Production of living matter in the sea of Plymouth*. « J. Mar. biol. Ass. U. K. », 29, 27.
- AMPTER E. (1936): *Über die Coccolithineen der Südwestküste von Istrien*. « Anz. Akad. Wiss., Wien », 73, 243.
- AMPTER E. (1937): *Neue und bemerkenswerte Coccolithineen aus dem Mittelmeer*. « Arch. Protistenk », 88, 279.
- AMPTER E. (1940): *Die Coccolithineen der Südwestküste von Istrien*. « Ann. Naturhist. Mus. Wien », 51, 54.
- ORRINGA P. e POSTMA H. (1957): *Investigations into the fertility of the Gulf of Naples and adjacent salt water lakes with special reference to shellfish cultivation*. « Pubbl. Staz. zool. Napoli », 29, 229.
- RUGER D. (1950): *Variations quantitatives des protistes marines ou voisinage du port d'Alger durant l'hiver 1949-1950*. « Bull. Ist. océanogr. Monaco », n. 978.
- NDELLI (1944): *Il microplancton di superficie del Golfo di Napoli*. « Acta Pontific », 8, 91.
- ISSEL R. (1912): *Le variazioni del plancton nelle acque di Rovigno e i problemi relativi al plancton Adriatico*. « Mem. R. Comit. talass. ital. » n. 88.
- ISSEL R. (1922): *Nuove indagini sul plancton delle acque di Rovigno*. « Mem. R. Comit. ital. talass. », n. 102.
- ISSEL R. (1925): *Ricerche sulle variazioni del plancton nelle acque di Rovigno e di Quarto*. « Mem. R. Comit. talass. ital. », n. 115.

- ISSEL R. (1934): *Ciclo annuale del microplancton di superficie del Golfo di Napoli (golfo intero)*. «Pubbl. Staz. zool. Napoli», 14, 1.
- JESPERSEN P. (1923): *On the quantity of Macroplankton in the Mediterranean and the Atlantic*. «Rept. Danish ocean Exped. 1908-10 - The Mediterranean», 3.
- JESPERSEN P. (1935): *Quantitative investigation on the distribution of macroplankton in different oceanic regions*. «Dana Rep.», 2 (7).
- JÖERGENSEN E. (1920): *Mediterranean Ceratium*. «Rep. Danish oceanogr. Exped. 1908-10», 1.
- JÖERGENSEN E. (1923): *Mediterranean Dinophysiaceae*. «Rep. Danish. oceanogr. Exped. 1908-10», 2.
- JÖERGENSEN E. (1924): *Mediterranean Tintinnidae*. «Rep. Danish. oceanogr. Exped. 1908-10», 3.
- LECAL J. (1952): *Repartition en profondeur de Coccolithophorides en quelques stations Méditerranéennes occidentales*. «Bull. Inst. océanogr. Monaco», n. 1018.
- LECAL J. (1954): *Richesse en microplancton estival des eaux méditerranéennes de Porto-Vendice à Orano*. «Vie et Milieu», Suppl. n. 3, 13.
- LECAL J. (1957): *Microplancton des stations algériennes occidentales de la Crocière du «Pr. Le Duthiers» en 1952*. «Vie et Milieu», Suppl. n. 6, 21.
- LECAL-SCHLAUDER J. (1949): *Etude des pigments Coccolithophorides*. «C. R. XIII Congr. Intern. Zool. Paris», 213.
- LECAL-SCHLAUDER J. (1951): *Recherches morphologiques et biologiques sur les Coccolithophorides nord-africains*. «Ann. Ist. océanogr. Monaco», 26, 255.
- LEDER H. (1917): *Einige Beobachtungen über das Binterplancton im Triester Golf (1914)*. «Intern. Rev. Hydrobiol.», 8, 1.
- LINDMANN E. (1926): *Neue Beobachtungen an den Winterperidineen des Golfes von Neapel*. «Bot. Arch.», 9.
- LOHMANN H. (1899): *Über den Auftrieb des Strasse von Messina*. «Bericht. Akad.» (Berlin 1899).
- LOHMANN H. (1900): *Die Coccolithophoridae*. «Arch. Protistenk.», 1, 89.
- LOHMANN H. (1903): *Neue Untersuchungen über den Reichtum des Meeres an Plankton und über die Brauchbarkeit der verschiedenen Fangmethoden*. «Wiss. Meeresunters.», 7, 1.
- MALDURA C. M. (1937): *Étude de la valeur du stock biologique en Méditerranée en relation avec les quantités de nitrates et de phosphates dissous*. «Comm. int. Explor. mer. Médit.», 10, 71.
- MALDURA C. M. (1952): *I fattori chimici nella valutazione dello stock biologico del Mediterraneo*. «Boll. Pesca, Pisc. Idrob.», 7, 117.
- MARGALEF R. (1945): *Fitoplancton nerítico della Costa Brava Catalana (Sector de Blanes)*. «Institut. Espan. Estud. Medit. Biol.», 1.
- MARGALEF R. (1946): *Fitoplancton nerítico estival de Cadaquès (Mediterraneo Catalan)*. «Publ. Inst. Biol. apl. Barcelona», 2, 89.
- MARGALEF R. (1948): *Le Phytoplankton estival de la «Costa Brava» catalan en 1946*. «Hydrobiologia», 1, 15.
- MARGALEF R. (1949): *Fitoplancton nerítico de la Costa Brava en 1947-48*. «Publ. Inst. Biol. apl. Barcelona», 5, 41.
- MARGALEF R. (1951): *Plancton recogido por los Laboratorios costeros. III. Fitoplancton de la costa de Castellon durante el año 1950*. «Publ. Inst. Biol. apl. Barcelona», 9, 49.
- MARGALEF R. - SAITZ F. - RODRIGUER RODA J. - TOLL R. e VALLES J. (1952): *Plancton recogido por los laboratorios costeros. V. Fitoplancton de las costas de Castellon el año 1951*. «Publ. Inst. Biol. apl., Barcelona», 10, 133.
- MARGALEF R. - HERRERA J. - RODRIGUEZ RODA J. e LARRAÑETA M. G. (1954): *Plancton recogido por los laboratorios costeros. VIII. Fitoplancton de las costas de Castellon durante el año 1952*. «Publ. Inst. Biol. apl. Barcelona», 17, 87.

- ASSUTI ALZAMORA M. (1949): *Estudio de diez y seis muestras de plancton del Golfo de Nápoles*. « Publ. Inst. Biol. apl. Barcelona », 5, 85.
- ASSUTI M. - MARGALEF R. (1950): *Introducción al estudio del plancton marino*. « Patronato Juan de la Cierva de Inv. Tecn., Sec. Biol. Mar. Barcelona ».
- ORALES E. (1951): *Plancton recogido por los Laboratorios costeros. II. Plancton de Blanes des de Octubre de 1949 hasta Junio de 1950*. « Publ. Inst. Biol. aplic. Barcelona », 8, 121.
- THANSONH A. (1909): *Sur les relations qui existe entre les changelents du plancton végétal et les phénomènes hydrographiques, d'après les recherches faite à bord de l'Eider, au large de Monaco, en 1907-1908*. « Bull. Inst. océanogr. Monaco », n. 141.
- THANSONH A. (1910): *Etudes hydrobiologiques d'après les recherches faite au large de Monaco en janvier à juillet 1909*. « Ann. Inst. océanogr. Monaco », 1 (5).
- MANN W. (1941 b): *Der Nährstoffhaushalt in der nordöstlichen Adria*. « Thalassia », 5 (2).
- ESEN O. (1930): *Etudes sur le microplancton de la mer d'Alboran*. « Inst. Espanol de Ocean. Minist. Fomento », n. 4.
- VILLARD J. (1925): *Bacillariales*. « Rept. Danish oceanogr. Exped 1908-1910 », 2.
- VILLARD J. (1934): *Les Péridiniens et Diatomées pélagiques de la mer de Monaco pendant les années 1097-1908*. « Bull. Inst. océanogr. Monaco », n. 654.
- VILLARD J. (1937-a): *Les Péridiniens et Diatomées pélagiques de la mer de Monaco pendant les années 1913-1913-1014*. « Bull. Inst. océanogr. Monaco », n. 727.
- VILLARD J. (1937-b): *Les Péridiniens et Diatomées pélagiques de la mer de Monaco de 1907 à 1914. Observations générales et conclusions*. « Bull. Inst. océanogr. Monaco », n. 738.
- FRAGALLO G. (1904): *Première note sur les Diatomées marines de Monaco*. « Bull. Mus. océanogr. Monaco », n. 7.
- COTTI M. e FATTORI I. (1937): *Chimici essenziali « al minimo » determinati per lo sviluppo e la capacità biologica marina ed il loro controllo immediato*. « Comm. int. Explor. mer Médit. » 10, 87.
- ABINOWITCH E. I. (1945): *Photosynthesis and related processes*. « Interscience, New York ».
- AMPI L. (1938): *Le diatomee del mare Ligure presso Sanremo*, « Atti Soc. ital. Sci. nat. », 77, 365.
- AMPI L. (1939): *Primo contributo alla conoscenza dei Tintinnidi del mare Ligure*. « Atti Soc. ital. Sci. nat. », 78, 67.
- AMPI L. (1939): *Ricerche sul fitoplancton del mare Ligure. I - I Ceratium delle acque di San Remo*. « Nuovo Gior. bot. ital. Sc. Nat. », 46, 299.
- AMPI L. (1939): *Su qualche Peridinea rara, nuova o curiosa del fitoplancton del mare Ligure*. « Nuovo Gior. bot. ital. » 46, 455.
- AMPI L. (1939): *Péridiniens rares ou intéressants récoltés dans la Mer Ligure*. « Bull. Soc. fran. Microscopie », 8.
- AMPI L. (1940): *Ricerche sul fitoplancton del mar Ligure. II. Le Tecali e Dinofisiali delle acque di Sanremo*. « Boll. Pesca, Pisc. Idrob. », 16, 243.
- AMPI L. (1941-a): *Ricerche sul fitoplancton del mare Ligure. III. Le Heterodinacee e le Oxytoxas delle acque di Sanremo*. « Ann. Mus. Stor. Nat. Genova », 61, 50.
- AMPI L. (1941-b): *Ricerche sul fitoplancton del mar Ligure. V. Le Podolampacee delle acque di Sanremo*. « Ann. Mus. Stor. Nat. Genova », 61, 141.
- AMPI L. (1941-c): *I generi Histioneis Stein e Parahistioneis Kof. e Skogsb. nel bacino Mediterraneo* « Riv. Soc. Nat. Natura », 32.
- AMPI L. (1942a): *Ricerche sul fitoplancton del mar Ligure. IV. I Ceratium delle acque di Sanremo (Parte II)*. « Nuovo G. Bot. ital. Sci. nat. », 59, 221.
- AMPI L. (1942b): *Ricerche sul fitoplancton mediterraneo: Problemi ed affinità interoceaniche*. « Boll. Pesca, Pisc. Idrob. » 21, 7.

- RAMPI L. (1942-c): *Ricerche sul fitoplancton del mar Ligure*. VI. *Le Diatomee delle acque di Sanremo*. « Buovo G. Bot. ital. Sci. nat. », 59, 252.
- RAMPI L. (1943-a): *Su qualche altra Peridinea nuova delle acque di Sanremo*. « Atti Soc. ital. Sc. nat. », 82, 151.
- RAMPI L. (1943-b): *Ricerche del fitoplancton del Mer Ligure*. VII. *Le Goniaulacee delle acque di Sanremo*. « Atti Sci. ital. Sc. nat. », 82, 318.
- RAMPI L. (1945): *Osservazioni sulla distribuzione qualitativa del fitoplancton del mare Mediterraneo*. « Atti Soc. ital. Sci. nat. », 84, 105.
- RAMPI L. (1946): *Osservazioni sullo sviluppo quantitativo del fitoplancton del mare Mediterraneo*. « Nuova Notarisia », 1.
- RAMPI L. (1947): *Osservazione sulla Histioneis (Peridinee) raccolte nel mare Ligure presso Sanremo*. « Bull. Inst. océanogr. Monaco », n. 920.
- RAMPI L. (1948-a): *Ricerche sul fitoplancton del mare Ligure*. VIII. *I Silicoflagellati delle acque di Sanremo*. « Atti Soc. ital. Sci. nat. », 87, 64.
- RAMPI L. (1948-b): *I Tintinnoidi delle acque di Sanremo. Osservazioni e conclusioni*. « Boll. Pesc. Pisc. Idrob. », 24, 50.
- RAMPI L. (1949): *Ricerche sul microplancton delle acque di Portofino (Mare Ligure)*. « Atti Accad. Ligure », 6.
- RAMPI L. (1950-a): *I Tintinnoidi delle acque di Monaco raccolte dall'Eider nell'anno 1913*. « Bull. Inst. océanogr. Monaco n. 968
- RAMPI L. (1950-b): *Ricerche sul fitoplancton del Mare Ligure*. IX. *I Peridinium delle acque di Sanremo*. « Atti Accad. Ligure », 1, 231.
- RAMPI L. (1950-c): *Ricerche sul fitoplancton del Mare Ligure*. X. *Peridinali delle acque di Sanremo*. « Atti Accad. Ligure », 7, 241
- RAMPI L. (1951-a): *Osservazioni su qualche Peridinea del Mare Ligure*. « Atti. Accad. Ligure », 1, 1.
- RAMPI L. (1951-b): *Su alcune Peridinee nuove o interessanti raccolte nelle acque di Sanremo*. « Atti Accad. Ligure », 8.
- RAMPI L. (1951 c): *Ricerche sul fitoplancton del Mare Ligure. Il fitoplancton delle acque di Sanremo*. « Atti Accad. Ligure » 8.
- RILEY G. A (1941): *Plankton studies*. III. *Long Island Sound*. « Bull. Bingham oceanogr. Coll. », 7, (3).
- RYTER J. H. & YENTSCH C. S. (1957): *The estimation of phytoplankton production in the Ocean from chlorophyll and light data*. « Limnol. Oceanogr. », 2, 281.
- SCHILLER J. (1914): *Bericht ueber die Ergebnisse der Nannoplanktonuntersuchungen anlässlich der Kreuzungen S.M.S. « Najade » in der Adria*. « Int. Rev. Protistenk. », 38, 250.
- SCHILLER J. (1925): *Die planktonischen Vegetationen des adriatischen Meeres*. « Arch. Protistenk. », 51, 1.
- SCHRÖDER B. (1901): *Das Phytoplankton des Golfes von Neapel*. « Mitt. Zool. stat. Neapel », 14, 1.
- SCHRÖDER B. (1911): *Adriatisches Phytoplankton*. « S.B. Akad. Wiss. Wien », 120, 601.
- SCHRÖDER B. (1919): *Die jährliche Gesamtproduktion der grünen Pflanzendecke der Erde*. « Naturwissenschaften », 7, 8.
- SCHÜSSNIG B. (1914): *Aus der Biologie des Adriatischen Phytoplankton*. « Verh. zool. bot. Ges. Wien », 64, 299
- SCHUTT F. (1882): *Analytische Planktonstudien*, (Keil - Leipzig, 1882).
- SCHUTT F. (1891): *Analytische Planktonstudien*, « Neptunia », 1, 465.
- STEEMANN NIELSEN E. (1952): *Production of organic matter in the sea*. « Nature », 169, 956

- EMANN NIELSEN E. (1957): *On organic production in the oceans*. « J. Cons. int. Explor. Mer. » 69, 309.
- UER A. (1902): *Quantitative Planktonkunde im Golf von Triest*. « Zool. Anz. », 25, 372.
- NDL K. (1938): *Jahreszeitliche Schwankungen des Salzgehaltes und der Nährstoffmengen in den Küstengewässern bei Rovigno d'Istria*. « Ann. Hydr. Marit. Meteor. », 66, 175.
- MSSEN H. (1931): *Nitrate et phosphate content of Mediterranean water*. « Rep. Danish. ocean, Exped. », 3, 6.
- MSSEN H. (1937): *Hydrographical observations made during the « Dana » expedition 1928-30*. « Dana Rep. », n. 12.
- GOUBOFF G. (1946): *Le Plankton marin*. « Bull. Instit. Oceanogr. Monaco », n. 894.
- GOUBOFF, G. (1956): *Rapport sur les Travaux concernant le plankton méditerranéen publiés entre Novembre 1952 et Novembre 1954*. « Rapp. Comm. int. mer. Médit », 13, 65.
- OVA A. (1928): *Compendio della fauna e della flora del Mare Adriatico presso Rovigno*. « Mem. R. Comit. talass. Ital. », n. 143.
- TON V. (1940): *Diatomee di Rovigno*. « Thalassia », 3 (9).
- TON V. (1947): *Le Diatomee delle Isole Ponziane*. « Boll. Pesca, Pisc. e Idrobiol. » 1, 36.
- TON V. (1948): *Le Diatomee marine di Sardegna e pugillo di alghe marine delle medesime*. « Boll. Pesca, Pisc. e Idrobiol. », 3, 202

* * *

Ritengo opportuno segnalare alcune pubblicazioni sull'argomento edite
no la consegna del manoscritto di questa nota.

- TRIBUTIONS TO PLANKTON SYMPOSIUM (1958): *Measurements of primary production in the sea*. « Rapp. Cons. explor. Mer », 144, vol. unico.
- EVASTU T. (1958): *Review of the methods used in plankton research and conversion tables for recording the data and recommendations for standardisation*. « F. A. O., Fish. Divis ».
- EMANN NIELSEN E. e JENSEN A. E. (1957): *Primary oceanic production. The autotrophic production of organic matter in the oceans*. « Galathea Rep. », 1, 49.
- GOUBOFF G. (1958): *Rapport sur les travaux relatif a la planctologie Méditerranéenne publiés entre juillet 1956 et juin 1958*. « Rapp. Comm. int. mer Médit. (XVI Assemblée Plén., Monaco 1958) »
- GOUBOFF G. e ROSE M. (1957): *Manuel de planctologie Méditerranéenne (Tome I et II)*. « Centre Nat. Recherche Scientifique », Paris, 1957.

LIMNOLOGIA DEI LAGHI ARTIFICIALI

VI. — OSSERVAZIONI CONCLUSIVE

ERNESTO SOMMANI

LABORATORIO CENTRALE DI IDROBIOLOGIA - ROMA

Nel decennio intercorso tra il 1947 e il 1956 il Laboratorio Centrale di Idrobiologia ha condotto ripetute osservazioni su numerosi laghi artificiali: maggior parte delle quali sono state oggetto di note già pubblicate su questo Bollettino (Ferrero 1953; Sommani 1952, 1956). Su altri bacini lacustri vi sono state effettuate osservazioni saltuarie (Abruzzo: laghi di Villetta Parrea e di S. Domenico; Sila: laghi di Cecita, Arvo e Ampollino) i cui risultati sono rimasti fino ad ora in gran parte inediti.

È sembrato perciò opportuno di trarre ora qualche conclusione di carattere generale, sia dai fatti direttamente osservati e descritti, sia tenendo conto di quanto è stato pubblicato sull'argomento da altri ricercatori.

In primo luogo è da notare come non sia il caso di tentare di raggruppare i vari laghi artificiali allo scopo di presentarne un prospetto di classificazione, analogamente a quanto è stato fatto per i laghi naturali, sotto diverse forme. Il vero aspetto dei bacini artificiali verrà invece più chiaramente illustrato mettendo in evidenza i rapporti esistenti tra caratteristiche morfologiche-funzionali e caratteristiche fisico-chimico-biologiche di essi.

Le considerazioni che seguiranno saranno perciò esposte nel seguente ordine: morfologia, regime idrico, aspetti fisico-chimici, caratteristiche biologiche.

Morfologia

I laghi artificiali che vengono qui presi in considerazione appartengono tutti alla categoria dei bacini-serbatoio. Volutamente sono stati esclusi dallo studio i bacini ad acqua fluente, i quali di artificiale presentano soltanto l'origine, mentre che per la limitata oscillazione del livello di superficie e per la modalità di deflusso delle acque si avvicinano assai più ai laghi naturali quando non siano addirittura semplici rallentamenti di flusso del corso d'acqua.

Come è intuitivo i laghi artificiali possono presentarsi sotto aspetti diversissimi sia per forma che per dimensioni. La maggior parte di essi però hanno in comune un certo numero di caratteri, che sono legati alle esigenze costruttive e funzionali dei bacini medesimi.

Innanzitutto va considerata la posizione dello sbarramento, il quale è opera da cui dipende l'esistenza stessa del lago artificiale. Per la costruzione della diga di sbarramento vengono scelte di preferenza quelle località che permettono di ottenere una massima capacità di invaso con un minimo di superficie della diga. Perciò numerosissimi sono gli sbarramenti costruiti attraverso gole strette e profonde. In tal modo una diga anche di notevole altezza può presentare uno sviluppo in larghezza relativamente modesto. La costruzione della diga in simili località fa sì che il lago artificiale che da essa deriva presenti caratteristiche morfologiche che si avvicinano alquanto a quelle dei laghi naturali della zona. Per l'origine di questi ultimi sono infatti necessarie condizioni analoghe: i fianchi della valle sufficientemente scoscesi da permettere lo slittamento della frana e larghezza della valle stessa ridotta al punto da essere completamente ostruita al fondo dal materiale franato. In ambedue i casi si viene perciò a trovare molto spesso un bacino lacustre che, nella sua parte più a valle, si presenta assai ristretto, talvolta con andamento sinuoso, e quasi sempre di notevole profondità. Il lago così formato può mantenere tale aspetto per quasi tutto il suo corso (naturalmente con una progressiva diminuzione di profondità) ed avere diramazioni anche assai sviluppate e numerose sui due lati, costituite dalle porzioni terminali delle valli confluenti. Ma altrettanto, se non ancora più numerosi, sono i casi in cui alla ristrettezza della gola, dove è innalzata la diga di sbarramento, segue un notevole allargamento della valle; situazione questa che determina la formazione di bacini lacustri il cui aspetto morfologico si avvicina molte volte a quello dei laghi di doccia di origine glaciale. Questo stesso tipo di laghi, a parità di altezza della diga, offre una capacità di invaso assai superiore all'altro. Dal punto di vista idrobiologico presenta caratteristiche assai più uniformi, in quanto è generalmente privo delle ramificazioni laterali che si ricordano, le quali costituiscono spesso zone con aspetti particolari.

Un'altra caratteristica che ha notevole influenza sulla variabile morfologia dei laghi artificiali è l'altezza a cui si apre la galleria di derivazione. Questa altezza può variare da valori minimi di m. 2-3 fino a valori massimi di m. 25-30 di fondo; si comprende facilmente come nel primo caso il bacino lacustre, sottoposto ad intenso sfruttamento, può ridursi a proporzioni minime; mentre nel secondo caso, pur potendo subire forti oscillazioni di livello, il bacino stesso conserverà una ampiezza notevole anche alla quota di minimo invaso.

Una riduzione della capacità dei laghi artificiali si ha inoltre per opera degli apporti detritici degli affluenti (Collet, 1925). In questo caso si tratta naturalmente di una riduzione non saltuaria e temporanea ma progressiva, la quale dura in un tempo più o meno lungo alla colmata del bacino lacustre. I fattori prevalenti che determinano un più abbondante trasporto di materiale detritico sono: la friabilità dei terreni costituenti il bacino imbrifero, l'ampiezza di questo, il carattere e l'intensità delle precipitazioni atmosferiche. Così la maggior parte dei bacini situati ad alta quota, lungo la regione alpina, presentano un fenomeno di colmata lentissimo, in quanto il loro bacino imbrifero è formato in prevalenza da terreni costituiti da scisti cristallini duri ed alimentati per la massima parte dalla fusione delle nevi o di piccoli ghiacciai. Nella regione appen-

ninica i laghi artificiali sono invece soggetti ad un ritmo di colmatatura molto più rapido, essendovi prevalenza di terreni calcarei friabili e maggior frequenza di precipitazioni piovose rispetto alle nevose.

Regime idrico

Il regime idrico dei laghi artificiali è costituito dall'afflusso delle acque che può essere dipendente o indipendente dalle precipitazioni atmosferiche della regione circostante, e dal deflusso di esse, su cui normalmente prevalgono le esigenze dello sfruttamento idroelettrico.

Per quanto riguarda l'afflusso delle acque, la maggior parte dei laghi artificiali esistenti in Italia può essere suddivisa in due gruppi: laghi della regione alpina; laghi della regione peninsulare e insulare. Nei laghi appartenenti al primo gruppo il periodo di massimo afflusso è compreso tra la metà di maggio e la metà di agosto, con oscillazioni dipendenti soprattutto dalla quota del bacino imbrifero; il minimo afflusso si ha nei mesi invernali e all'inizio della primavera. Una situazione pressochè inversa si ha nei laghi della penisola e delle isole, nei quali il periodo di massimo afflusso cade tra novembre e marzo, mentre gli apporti minimi si verificano in luglio-settembre.

Si è accennato poco sopra all'afflusso indipendente dalle precipitazioni atmosferiche; questo è rappresentato dagli apporti di acqua provenienti nel lago da altri bacini artificiali (tramite apposite gallerie di collegamento), apporti che si possono verificare sia nei periodi di piena come in quelli di magra.

Il regime di deflusso a cui sono sottoposti i laghi artificiali è strettamente legato alle esigenze dello sfruttamento idroelettrico e, in alcuni casi, dell'irrigazione. Soltanto durante prolungati periodi di piena un deflusso naturale si attua anche nei laghi artificiali, attraverso lo sfioratore; questa situazione si verifica con maggiore o minore frequenza a seconda del più o meno elevato rapporto tra la portata degli immissari e la capacità del bacino artificiale.

Normalmente la sottrazione di acqua dai laghi artificiali avviene attraverso la galleria di derivazione, la quale si apre in profondità, a quote variabili nei diversi casi, ma sempre in posizione più prossima al fondo del lago che non al livello di massimo invaso. È qui opportuno accennare al fatto come sia proprio questo deflusso in profondità che rende il lago artificiale una entità completamente diversa dal lago naturale, dal punto di vista fisico, chimico e biologico. Sotto questo aspetto l'azione della galleria di derivazione ha un'importanza di gran lunga maggiore che non la diga di sbarramento a cui è dovuta l'esistenza stessa del lago.

Dalle osservazioni fino ad oggi effettuate risulta che il deflusso attraverso la galleria di derivazione è alimentato dallo strato di acque antistante ed immediatamente sovrastante l'apertura della galleria stessa. Questo fatto è messo in evidenza dalle caratteristiche fisico-chimiche presenti ai vari livelli, per la cui trattazione verrà fatta nel paragrafo seguente.

Per quanto riguarda l'entità dei deflussi, questi presentano periodi di massima, di minima e frequentemente vengono anche del tutto sospesi. Al contrario

quanto avviene per gli afflussi (che, come è stato detto, presentano un ritmo formalmente stagionale), nelle variazioni dei deflussi prevale un ritmo giornaliero, in cui i valori massimi coincidono con le ore di maggior richiesta di energia elettrica ed i minimi con le ore di scarsa erogazione. Molti bacini artificiali, soggetti a completo sfruttamento idrico, presentano un periodo più o meno prolungato di completa sospensione di deflusso, allo scopo di passare dalla quota di minimo invaso a quella di massimo. Nei laghi artificiali alpini questo periodo cade di preferenza tra l'aprile e il luglio; in quelli peninsulari ed insulari tra l'ottobre ed il febbraio.

Principali aspetti fisico-chimici

Similmente a quanto avviene nei laghi naturali, anche in quelli artificiali il fattore termico è quello a cui sono maggiormente legate le numerose variazioni fisico-chimiche del lago.

In un bacino in cui lo sfruttamento idrico attraverso la galleria di derivazione venga sospeso per un periodo di alcuni mesi, le vicende termiche (ed i fenomeni da queste dipendenti) si svolgono in maniera analoga a quanto avviene nei laghi naturali. Perciò si considera qui come norma il caso in cui il bacino sia sottoposto ad una attiva sottrazione idrica attraverso alla galleria di derivazione.

È stato già accennato nel paragrafo precedente come l'acqua che affluisce alla galleria di derivazione provenga dallo strato antistante la galleria stessa ad una quota leggermente superiore. Il liquido situato a livelli inferiori all'imbocco della galleria non viene generalmente influenzato dall'azione di questa. Ciò è dovuto alla stratificazione termica che si determina in ogni grande raccolta d'acqua in riposo, per la quale in superficie si trova l'acqua più calda, a densità inferiore, ed in profondità quella più fredda, a densità maggiore. È perciò intuitivo il fatto per cui l'acqua più densa sottostante alla galleria di derivazione, non possa essere da questa aspirata, e che l'alimentazione della galleria stessa avvenga a spese dell'acqua situata ad uguale livello, a sua volta più densa di quella presente a quote superiori. Successivamente defluiscono gli strati più alti, i quali si abbassano progressivamente col proseguire della sottrazione di acqua.

Considerando questo schema di ricambio idrico, si comprende facilmente quali notevoli diversità si debbano riscontrare nei laghi artificiali rispetto a quelli naturali. Il continuo abbassarsi degli strati di acqua dalla superficie verso la quota della galleria di derivazione fa sì che scompaia il tipico strato di salto, il termoclino, nonchè la zona di stagnazione ipolimnica, con i fenomeni riduttivi ed essa frequentemente legati nei laghi di tipo eutrofico. Questa situazione si verifica in quei bacini nei quali la galleria di derivazione si apre a pochi metri dal fondo. Nei bacini in cui la galleria stessa è situata ad un livello notevolmente superiore, si osserva la formazione di uno strato di salto corrispondente alla quota della galleria, mentre nella zona più profonda si forma un vero e

proprio ipolimnio, con acque fredde, in cui spesso si manifestano notevoli fenomeni riduttivi (Abdin, 1949; Sommani, 1950; Ferrero, 1953; Mercier et Gay, 1954).

I fenomeni ora descritti sono illustrati nelle figure 1 e 2. Nella parte sinistra della figura 1 sono schematicamente rappresentati tre laghi naturali, al centro tre laghi artificiali con galleria di derivazione presso il fondo; a destra tre laghi artificiali con galleria sopraelevata dal fondo. I tre tipi di laghi sono disposti orizzontalmente a rappresentare le tre principali situazioni stagionali e su cia-

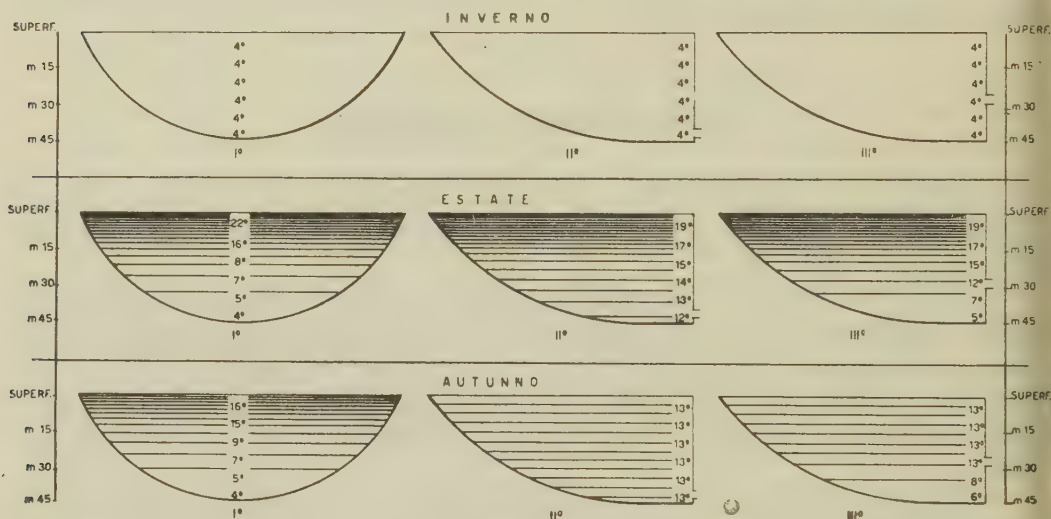


FIG. 1.

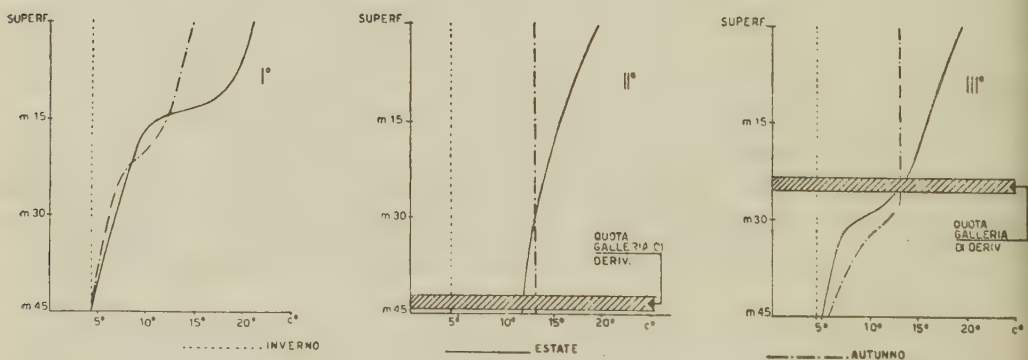


FIG. 2.

scuno di essi sono segnate le temperature corrispondenti ai vari livelli. Si è cercato di rendere lo schema più evidente anche dal lato figurativo, rappresentando in bianco l'acqua a temperatura più bassa (4° - 6° C.) e con rigatura progressivamente più serrata l'acqua a temperature più alte, fino alla massima di 22° C. Nella figura 2 gli stessi fenomeni sono rappresentati sotto forma di diagrammi, ognuno dei quali è costituito di tre curve corrispondenti alle tre situazioni sta-

tonali diverse. I vari tipi di laghi sono contrassegnati con i numeri romani II, III, come nella figura 1.

Questo aspetto della termica dei laghi artificiali rispecchia in linee schematiche l'andamento che si manifesta nella maggior parte dei bacini. Situazioni particolari possono modificare in misura più o meno sensibile le normali vicende termiche. Tra le principali cause modificatrici sono da citare in primo luogo fenomeni di turbolenza, che si verificano nei casi in cui piccoli bacini siano alimentati da corsi d'acqua di notevole portata; nel caso inverso gli effetti della turbolenza si arrestano ad una profondità tanto maggiore quanto minore sia la temperatura dell'acqua dell'immissario, rispetto a quella del lago, e ad una distanza dalla bocca dell'immissario dipendente dalla sua maggiore o minore portata. Recenti osservazioni in questo senso sono state fatte da Olszewski (1953) nel lago artificiale di Rozonów, Dussart (1954) nel lago di Ginevra e Wollenweider (1956) nel lago Maggiore. Un altro notevole caso di turbolenza è stato verificato (Sommani, 1956) nel lago artificiale di Castello di Varaita (Piemonte) per opera di due condotte di alimentazione situate sulle sponde del bacino ed aventi una inclinazione rispetto al fondo di oltre 45°. Attraverso queste condotte, prolungate fin presso il fondo del lago, l'acqua discende con forte velocità, in modo da provocare una azione di rimescolamento nella zona profonda ed eliminare in gran parte le caratteristiche ipolimniche della zona del bacino situata al disotto del livello della galleria di derivazione.

In altri laghi artificiali la normale situazione termica del fondo viene alterata a causa del regime idrico a cui i bacini stessi sono sottoposti. Una parte dell'acqua che è defluita attraverso la galleria di derivazione, per la produzione di energia elettrica nelle ore di forte richiesta, viene ripompata nel bacino nelle ore di scarsa richiesta, facendo funzionare in senso inverso le turbine (Tonolli, 1956).

La tipica zona ipolimnica al disotto della galleria di derivazione può essere infine completamente eliminata dalla apertura dello scarico del fondo. Un caso tipico è stato studiato (Olszewski, 1946) nel lago Rozonów (Cracovia): in questo bacino si è osservato come, in seguito all'entrata in azione degli scarichi di fondo, l'acqua più fredda e povera di ossigeno del fondo venga sostituita dagli strati superiori più caldi ed ossigenati. Subito dopo la chiusura degli scarichi i valori dell'ossigeno disciolto si riabbassano nuovamente, rimanendo però alta la temperatura.

In tutti i casi direttamente osservati e nella maggior parte di quelli riportati dalla letteratura sull'argomento, il fattore determinante la stratificazione nei laghi artificiali risulta essere quello termico. A questa situazione sembra fare eccezione il lago Rittom (Collet, 1918, 1925) e il lago di Eguzon (Commission d'études, 1956) per i quali il fattore determinante la stratificazione è stato attribuito al diverso grado di concentrazione salina delle acque.

Le prime osservazioni sulla termica di un lago artificiale, di cui siamo a conoscenza, sono quelle di Collet (1918) e di Morandini (1943) relative al lago Rittom ed al lago dell'Arvo nella Sila. In quest'ultimo bacino, dalle serie termiche rilevate alla fine del mese di giugno, risulta come la differenza tra la

temperatura di superficie e quella di fondo (a m 17) fosse soltanto di circa 4° C. L'A. rileva anche la mancanza dello strato di salto e riporta le curve ricavate dai termoscandagli effettuati, le quali presentano un andamento del tutto simile alla curva estiva qui riprodotta nel diagramma II della figura 2. È perciò evidente anche in questo caso la già descritta azione della galleria di derivazione che, sottraendo gli strati più profondi e più freddi del lago, determina una distribuzione termica assai uniforme. A causa della mancanza di precedenti osservazioni su bacini artificiali, questo fenomeno fu attribuito dall'A. a particolari condizioni ambientali, tali da determinare in questo bacino una fisionomia termica diversa da quella dei laghi sia di tipo temperato che di tipo tropicale.

È interessante riferire qui come in un sopralluogo effettuato al lago dell'Arvo il 30 luglio 1953 si sia potuto osservare la situazione termica del bacino in fase di riposo, essendo stato sottoposto ad un modesto sfruttamento idrico soltanto nel precedente mese di giugno. L'invaso del lago non era completo, con profondità di m 11. I rilevamenti termici effettuati ai livelli di superficie, m 5, m 7,5 e m 10 hanno fornito i risultati riportati nella figura 3 (linea continua). Risulta evidente come allo stato di riposo la fisionomia termica dei bacini artificiali sia del tutto simile a quella dei laghi naturali (fatto a cui è stato accennato all'inizio di questo paragrafo), potendosi quindi determinare in uno stesso lago situazioni del tutto diverse. Nella stessa figura 3 la linea tratteggiata riproduce la serie termica rilevata da Morandini, durante un periodo di normale sfruttamento idrico. Da notare infine come nella serie termica del 30 luglio 1953

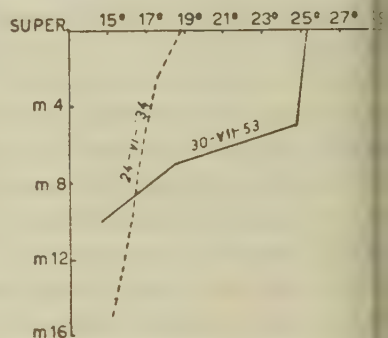


FIG. 3.

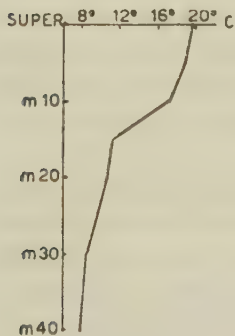


FIG. 4.

mentre risulta evidente la presenza di una zona epilimnica e del termoclino, è assente la tipica zona ipolimnica, fatto questo da attribuire allo sfruttamento idrico praticato nel giugno ed avvenuto a spese degli strati più profondi del lago.

Un altro caso in parte analogo è stato osservato in un secondo bacino artificiale della Sila, il lago di Cecita, in seguito ad osservazioni effettuate il 1° giugno 1954, con lago ad invaso quasi completo e sfruttamento idrico sospeso dalla fine di gennaio. Dai dati ottenuti (riportati nella figura 4) risulta come al termine della primavera fosse già in formazione un ben distinto termoclino e, a differenza del

caso precedente, anche la regione ipolimnica è apparsa già chiaramente differenziata, con basse temperature al disotto di m 15 di profondità e l'ossigeno mancante nei 13 metri più profondi del lago.

I fenomeni riduttivi, presenti nei laghi naturali di tipo eutrofico durante periodo di stagnazione estiva, si manifestano dunque anche nei laghi artificiali qualora venga sospeso lo sfruttamento idrico per un periodo sufficientemente lungo, o anche in fase di piena attività di esercizio, nei casi in cui la galleria di derivazione si trovi sopraelevata di diversi metri dal fondo. L'eutrofia dei laghi artificiali è una caratteristica assai frequente, anche se non molto marcata, di questo tipo di bacini; ne sono esclusi quelli di alta quota (oltre m 1500), situati in terreni in prevalenza rocciosi. Ma mentre nei laghi naturali l'eutrofia accompagna quasi esclusivamente alla morfologia lacustre del così detto lago piatto », in quelli artificiali è stata riscontrata anche in bacini stretti e profondi, per quanto riguarda i fenomeni riduttivi, mentre vere e proprie fioriture di alghe sono state osservate solo nei grandi laghi del Tirso e del Coghinas (Funelli, 1930). Questa diversa situazione è da attribuire a due distinti fattori: in primo luogo la recente formazione del bacino comporta la sommersione di terreni più o meno estesamente rivestiti di manto vegetale e sempre provvisti, anche se in misura variabile, di detriti organici. L'arricchimento di sostanze organiche dei laghi artificiali avviene perciò assai rapidamente, per cui il notevole consumo di ossigeno diviene evidente non appena si determini un periodo di stagnazione. Il secondo fattore è invece legato al tipo di ricambio idrico del lago artificiale stesso. Abbiamo visto come nei laghi in esercizio la ricchezza a caratteristiche epilimniche si abbassi fino al livello della galleria di derivazione; essendo quest'ultima situata sempre nel terzo inferiore del lago, si comprende facilmente come il rapporto volumetrico epilimnio-ipolimnio risulti sempre notevolmente superiore all'unità. Come è noto, dal diverso valore di questo rapporto dipende il grado di eutrofia o oligotrofia dei laghi naturali: oligotrofi si presentano generalmente i laghi in cui detto valore è inferiore all'unità. Nel caso dei laghi artificiali bisogna però considerare il fatto che la produttività della estesa regione epilimnica è in parte limitata dallo scarso grado di trasparenza delle acque.

Wundsch (1950), in uno studio relativo a sette grandi laghi artificiali della Germania, osserva in tutti caratteri di eutrofia (fondi a *Chironomus plumosus* e *Tubifex*) e come il grado di eutrofia sia in diretta relazione con la morfologia lacustre: quelli più incassati corrispondono ai laghi naturali di produttività media, quelli più aperti sono simili ai buoni ed ottimi. Egli afferma inoltre come il massimo di capacità produttiva non si verifica che dopo una diecina di anni, il che è però in contrasto con numerose osservazioni condotte in molti altri bacini artificiali. Si ritiene che tale conclusione si riferisca non alla produttività in senso generale (il cui massimo viene raggiunto nei primi anni di invaso), ma esclusivamente alla produttività ittica. È infatti probabile che la grande superficie dei laghi in esame abbia richiesto un periodo di diversi anni, perchè un normale sedimento di popolazione ittica potesse essere realizzato in tutta la sua estensione e adeguatamente sfruttato.

Un'ultima caratteristica che differenzia la maggior parte dei laghi artificiali da molti laghi naturali è la limitata trasparenza delle acque. Il più o meno notevole grado di torbidità dei bacini artificiali è determinato sia dalla loro

relativa piccolezza rispetto al bacino di alimentazione (talvolta artificialmente esteso), sia soprattutto dalle notevoli oscillazioni di livello a cui sono sottoposti nel corso dell'anno, oscillazioni che determinano un periodo di dilavamento dei depositi fangosi presenti sui lati del bacino. Più oltre si accennerà agli effetti che possono derivare da una eccessiva torbidità agli organismi planctonici.

Prima di passare al paragrafo successivo occorre fare ancora qualche osservazione intorno al così detto invecchiamento dei laghi artificiali. Sotto un certo aspetto questo invecchiamento può essere considerato analogo a quello che si manifesta in alcuni laghi naturali; ne diversifica però notevolmente in primo luogo per la rapidità con cui si determina, secondariamente perchè esso è quasi sempre accompagnato da un notevole processo di colmataura del bacino lacustre. Come è noto l'invecchiamento dei laghi naturali consiste in una lenta e progressiva trasformazione delle caratteristiche oligotrofiche del bacino lacustre nel quale si viene a stabilire una situazione in gran parte simile a quella dei laghi eutrofici. Questa trasformazione può avvenire sia per lenta colmataura con conseguente modificazione della morfologia del bacino lacustre da profondo a piatto, sia per accumulo di sostanze organiche sul fondo in quantitativi tali da rendere insufficienti i processi ossidativi a spese dell'ossigeno disciolto nella regione ipolimnica del lago. All'invecchiamento dei laghi artificiali partecipano ambedue i fattori ora ricordati, ma certamente il fenomeno di colmataura prevale molte volte su quello di accumulo di sostanze organiche, le quali spesso si trovano in quantitativi assai abbondanti fin dall'inizio dell'invaso.

La modalità con cui si determina l'invecchiamento dei laghi artificiali è influenzata principalmente dal fattore altitudine. Nei laghi di alta montagna (oltre m. 1500 di quota) la maggior parte delle sostanze trasportate dagli immissari è costituita da detriti di natura minerale, essendo invece quasi nullo ogni apporto di sostanza organica. Si potrà quindi verificare un processo di colmataura lento o rapido (a seconda che nel bacino imbrifero di alimentazione prevalgano terreni a roccia dura o friabile), ma un vero e proprio invecchiamento del lago non si manifesterà nella gran maggioranza dei casi. Il contrario avviene nei bacini situati al disotto di m. 1.000 s.l.m.: la massa detritica che essi affluisce tramite gli immissari, contiene sempre un piccolo ma non trascurabile quantitativo di sostanze organiche, rappresentate da frammenti di vegetali ed acque provenienti da pascoli o da terreni coltivati. Il depositarsi sul fondo e sui fianchi del bacino dei fanghi di tale natura dà luogo, fin dai primi anni di invasamento, a fenomeni riduttivi con conseguente processo di invecchiamento del lago (1). Questi fenomeni sono infine favoriti dalla temperatura più elevata e perciò anche per questa ragione si manifestano in maniera più evidente nei laghi di bassa quota rispetto a quelli di alta montagna.

(1) NURSALL (1952), riferisce un fenomeno in parte inverso a quello ora descritto, relativo al lago artificiale Barrier (Alberta): il lago si presentò dapprima di tipo eutrofico con fondi a *Chironomus*, divenendo in seguito di aspetto oligotrofo con fondi a *Tanytarsus*.

Caratteristiche biologiche

Nell'iniziare questo paragrafo occorre sottolineare come, nell'esaminare le caratteristiche biologiche dei laghi artificiali, vi siano due aspetti di particolare interesse: in primo luogo le modalità con cui avvengono gli insediamenti biologici; secondariamente le variazioni a cui questi insediamenti sono soggetti in conseguenza del particolare regime idrico dei laghi artificiali e dei fenomeni geo-chimici da esso dipendenti.

Abbiamo già fatto notare nella nostra nota introduttiva sulla limnologia dei laghi artificiali (1950) come in questi ambienti di recentissima formazione la colonizzazione delle specie, sia vegetali che animali, sia pressochè istantanea. Si assiste cioè ad una colonizzazione per gradi, dalle forme vegetali più semplici, per giunger successivamente a quelle più complesse del regno animale. In quasi tutti i laghi artificiali di nuova formazione, entro uno o due anni dal primo invaso, si trovano largamente rappresentati tutti i principali gruppi che ne costituiranno la *facies* biologica anche negli anni successivi: Diatomee, Volvocali, Dinoflagellate, Rotiferi, Cladoceri, Copepodì. Ciò che determina il grado di colonizzazione biologica di un lago artificiale non è quindi la data o meno recente formazione di questo, quanto piuttosto la natura del terreno in cui è stato ricavato il bacino medesimo. In questo senso si ritiene debbano essere interpretati i risultati ottenuti da Linder (1941) durante dieci anni di ricerche condotte sul lago Barberine a oltre m. 1800 di quota: la scarsità del plancton quivi osservata è perciò da attribuire all'ambiente montano, povero di sostanze nutritive e non al relativamente recente invaso del bacino lacustre.

Sotto questo aspetto perciò i laghi artificiali non si differenziano sostanzialmente da quelli naturali, dato che sia negli uni che negli altri sono i fattori ambientali che predominano nel determinare le caratteristiche degli insediamenti biologici nei singoli bacini lacustri. Si ritiene infatti di poter attribuire le cause ambientali alla rarità, nei bacini artificiali fino ad ora studiati, di alcune specie di planctonti, assai comuni in molti laghi naturali. Un caso particolare, che si deve considerare a parte, è rappresentato dal genere *Diaphanosoma*, di cui non è stato osservato nessun esemplare nei vari laghi artificiali studiati (1). Questo cladocero è stato citato solo per i grandi laghi del Tirso, del Coghinas (Brullè, 1930), di Éguzon ed era inoltre presente nel 1924 (Pasquini) nel lago di Piediluco. Questo lago fu in seguito inserito nel sistema idroelettrico della Società Anonima, mediante una galleria di raccordo col fiume Nera ed una sottrazione irregolare di acqua, regolata alla bocca di presa di Marmore. In quindici prelievi planctonici compiuti sul lago di Piediluco tra il gennaio del 1953 e l'ottobre del

(1) In una recentissima visita (fine agosto 1958) effettuata ai laghi artificiali di Campotosto e di Scandarello (Appennino abruzzese) è stata riscontrata la presenza di *Diaphanosoma* in due bacini. Da notare come nel primo lago il *Diaphanosoma* risultò sempre assente in numerosi prelievi effettuati tra il 1947 e il 1954. L'accresciuta ampiezza e profondità del lago di Campotosto ha poi determinato un notevole cambiamento nella proporzione numerica tra la *Daphnia pulex* e la *D. longispina*, essendo la prima in forte prevalenza nel 1950, mentre attualmente lo è la seconda.

1956, non è stato più possibile osservare la presenza di esemplari di *Diaphanosoma*; si ritiene perciò di poter attribuire questa assenza al mutato regime idrico del lago, pur tenendo presente che in esso i deflussi, modificati riguardo all'intensità ed alla continuità, avvengono tuttora in superficie come nei laghi naturali.

Tra i vari laghi nei quali sono state compiute osservazioni entro due anni dal primo invaso si ricorda: il lago di Pieve di Cadore nelle Alpi orientali (Sommani, 1956), di Villetta Barrea (Abruzzo), di Cecita nella Sila (Calabria, 1957); nei tre casi la colonizzazione delle specie planctoniche è risultata completa come aspetto generale, con rappresentanti sia del fitoplancton che dei Rotiferi, Cladoceri e Copepodi.

Un fattore che incide notevolmente sugli insediamenti planctonici nei laghi artificiali, è rappresentato dall'intensità di ricambio idrico in rapporto alla capacità del bacino considerato. L'azione di questo fattore risulta praticamente nulla nei bacini di grande capacità (oltre 50.000.000 di mc.), non può determinare effetti anche di grande rilievo in piccoli bacini di capacità inferiore a mc. 3.000.000. Quando infatti un bacino di modeste proporzioni sia soggetto a notevoli apporti e sottrazioni di acqua, si viene a determinare in esso un rapido ricambio idrico, per cui nel giro di due o tre settimane tutta l'acqua esistente nel bacino è sostituita con altra proveniente dagli immissari e quindi, normalmente, pressochè priva di organismi planctonici. Situazione analoga si verifica nelle settimane che seguono lo svuotamento completo e susseguente invaso di un lago artificiale in quanto, pur essendo presente nei fanghi del fondo l'inseminazione delle specie, occorre un certo periodo di tempo perchè queste possano moltiplicarsi in maniera tale da ripopolare l'intera massa lacustre. Osservazioni in questo senso sono state fatte da Nursall (1952) nel lago dell'Alberta, da Ferrero (1953) nel lago di Corfino, per quanto riguarda la rapidità del ricambio idrico, nei laghi di Pieve di Cadore, Auronzo (Sommani, 1956) e Cecita, in relazione a recenti svuotamenti del bacino.

La eccezionale povertà di plancton nei casi ora considerati, sta anche a comprovare quanto scarso sia il trasporto di specie planctoniche tramite immissari. Questo fatto è del resto assai naturale se si considera che i bacini artificiali sorgono in prevalenza in zone montane, per cui gli immissari sono rappresentati da corsi d'acqua con forte pendenza e rapida corrente, nei quali la formazione del plancton avviene in misura del tutto trascurabile. L'importanza degli immissari nella colonizzazione dei laghi artificiali consiste perciò soltanto in un processo di inseminazione, a cui segue una intensa moltiplicazione delle specie in sito. Si ritiene perciò che solo in questo senso la migrazione attiva dei planctonti possa in certi casi prevalere sui sistemi di migrazione passiva (vento, uccelli).

Riguardo alle variazioni che il particolare regime idrico dei laghi artificiali può determinare negli insediamenti biologici, è da ricordare in primo luogo la frequente prevalenza quantitativa dei Cladoceri rispetto ai Copepodi. Nel corso dell'anno molti laghi artificiali subiscono uno o più periodi di svaso assai spinto che determinano spesso condizioni del tutto inadatte ad un regolare sviluppo

ettonico, sia per diretta sottrazione degli organismi, sia a causa di intensa ridità ed irregolari variazioni termiche; col successivo periodo di invaso si stabiliscono generalmente le condizioni di *optimum* per lo sviluppo degli organismi planctonici: ad un periodo di forte distruzione ne segue quindi uno di intensa moltiplicazione, nel quale si osserva appunto il predominare di specie a riproduzione rapida (Cladoceri, con partenogenesi) rispetto a quelle a riproduzione più lenta (Copepodi, con sola riproduzione gamica). Il predominare dei Cladoceri rispetto ai Copepodi in molti laghi artificiali è perciò da considerare un fenomeno legato non soltanto a cause ecologiche, ma anche al particolare regime idrico, che può talvolta prevalere sulle caratteristiche ambientali dei bacini medesimi. Come esempi evidenti del fenomeno ora ricordiamo possiamo citare il lago di Campotosto e quello di Pieve di Cadore, sottoposti a forti oscillazioni di livello, nei quali il genere *Daphnia* è risultato nettamente in prevalenza sul genere *Cyclops*. Ancora più particolare è il caso osservato nel lago di Ceresole a 1570 metri di quota nella Valle dell'Orco: nei prelievi effettuati il 30 maggio del 1953 (con lago in fase di riempimento, seguito ad uno svasso spinto in aprile fin quasi al livello della galleria di derivazione) non è stata riscontrata la presenza di *Cyclops*, mentre relativamente abbondante era la *Daphnia (longispina)*, con numerosi esemplari provvisti di 16-18 uova embrionali. Alla fine dell'ottobre successivo la *Daphnia* ha avuto un naturale regresso numerico, ma il *Cyclops (strenuus)* aveva avuto modo di moltiplicarsi attivamente durante i mesi estivi, tanto da apparire ora molto abbondante. Al contrario nel lago di Resia (a quota pressochè uguale), che è sottoposto a svuotamenti molto accentuati sia nella primavera del 1951 che in quella del 1952, il *Cyclops* è risultato sempre frequente e spesso abbondante fin dall'inizio dell'estate. Appare logico attribuire questo fatto alla esistenza, nella parte settentrionale del bacino artificiale di Resia del preesistente lago naturale, il cui livello si abbassa soltanto di pochi metri al disotto della quota originaria, anche durante i periodi di svasso più spinti, rimanendo invariata sia da forti intorbidamenti che da notevoli variazioni termiche (per i particolari particolari ai casi ora citati vedere: Sommani, 1956).

Anche la particolare situazione termica presente nei laghi artificiali può determinare variazioni qualitative, quantitative e morfologiche nel plancton lacustre. Un interessante esempio di variazione morfologica, dipendente dal regime termico artificiale, è stato illustrato da Tonolli (1956), riguardo al *Eudiaptomus steueri* nel lago di Ledro.

Nei laghi artificiali in cui la galleria di derivazione si apre presso il fondo, la sospensione dello sfruttamento idrico durante periodi notevolmente lunghi può determinare (come è stato detto più sopra) la formazione di una tipica ipolimnica, con tutti i fenomeni ad essa legati, primo tra gli altri la stratificazione del contenuto in ossigeno negli strati più profondi. Com'è naturale questo cambiamento di fattori ambientali segue inevitabilmente un cambiamento di gran parte degli organismi viventi in profondità, fatto questo che si verifica anche in molti laghi naturali di tipo eutrofico. Nel corso delle osservazioni condotte per alcuni anni sul lago di Campotosto (1952), abbiamo potuto

osservare un fatto particolare: il grande lago artificiale, essendo sottoposto a modesto sfruttamento idrico, presentava durante i mesi estivi una tipica zona ipolimnica. In tutti i prelievi effettuati prima del 1948 risultavano presenti le larve di *Chaoborus* (specie considerata caratteristica dei laghi europei soggetti a periodo di stagnazione); ma in seguito ad un prolungato periodo di intenso sfruttamento idrico scomparvero sia la zona ipolimnica che le larve di *Chaoborus*. La situazione rimase tale per quattro anni, dopo di che si ristabilirono nel lago condizioni analoghe alle precedenti e l'anno successivo (1952) ricomparvero anche le larve di *Chaoborus*.

Come è naturale, le forti oscillazioni di livello che si verificano nei laghi artificiali pongono limitazioni di sviluppo alla maggior parte degli organismi litoranei e bentonici. Non si hanno però che scarse osservazioni (Linder, 1952; Nursall, 1952) dirette a chiarire le modalità con cui queste limitazioni determinano: esse possono essere parziali o totali. Una limitazione di carattere totale si ha ad esempio per quanto riguarda tutta la fascia litoranea di vegetazione macrofita la quale, mentre è presente lungo le sponde di quasi tutti i laghi naturali, non si sviluppa nei bacini artificiali, per la mancanza di una zona litorale che rimanga tale durante l'intero corso dell'anno. La mancanza di organismi vegetali lungo la fascia costiera determina naturalmente l'assenza di tutto quel complesso di organismi animali che in essi trova il suo naturale ambiente di vita.

Un ultimo fattore che talvolta assume notevole importanza nei laghi artificiali, riguardo allo sviluppo degli organismi planctonici, è costituito dal grado di torbidità, generalmente assai più elevato che non nei laghi naturali. Come già stato detto più sopra, le cause principali che determinano questo fenomeno sono: in primo luogo la relativa piccolezza dei bacini in rapporto alla portata degli immissari. I piccoli laghi naturali sono invece alimentati per lo più da ruscelli o torrentelli di portata molto modesta; in caso diverso il colmo di pochi secoli è sufficiente per determinare la colmatatura di questi bacini minori, rimanendo invece efficienti quelli nei quali il rapporto tra capacità lacustre e portata degli immissari è molto elevato. La seconda causa determinante l'alto grado di torbidità nei laghi artificiali è rappresentata dalle forti oscillazioni di livello; in conseguenza di questa i fanghi depositati lungo i fianchi del bacino lacustre vengono continuamente rimossi dal moto ondoso provocando il passaggio in sospensione delle particelle più minute per un periodo più o meno lungo.

La presenza in un lago di un grado di torbidità non eccessivamente elevato (trasparenza m. 2-3) non rappresenta un ostacolo notevole per lo sviluppo di buona parte degli organismi planctonici. Qualora però si raggiungano valori di torbidità molto alti (trasparenza inferiore a m. 1), allora si verificano notevoli diminuzioni del contenuto planctonico, fino alla scomparsa completa delle specie normalmente più diffuse sia di fito che di zooplankton. Fenomeni del genere sono stati osservati da Sieminska (1952) nel lago Rąbnow (Polonia) e descritti da Sommani in una recente nota (1956), dove è stato messo in evidenza come l'eccessiva torbidità eserciti sullo sviluppo

ton una azione inibitoria di carattere sia fisico che meccanico. « L'interazione delle radiazioni luminose diviene fortissima a pochi decimetri dalla superficie, fattore questo che ostacola in modo particolare lo sviluppo del plancton; mentre la presenza di numerose e minutissime particelle minerali in sospensione rende difficoltosa l'attività respiratoria e trofica degli organismi planctonici, già ostacolati nel loro sviluppo dalla grande scarsità di plancton vegetale ».

Abbiamo visto nel paragrafo relativo agli aspetti fisico-chimici come i laghi artificiali, a seconda della quota in cui si trovano possano andare soggetti ad un più o meno rapido processo di invecchiamento.

Dal punto di vista della biologia lacustre non si hanno osservazioni particolari destinate a mettere in evidenza i rapporti esistenti tra le trasformazioni fisico-chimiche dell'ambiente e le conseguenti modificazioni degli insediamenti ittici durante il progressivo invecchiamento di un bacino artificiale. A riguardo sono stati fatti, soprattutto in Francia (Charpy et Bachelier e Com. études Lac d'Eguzon, 1956), rilievi pratici riguardo all'ittiofauna dei laghi artificiali e alle modificazioni che essa subisce in conseguenza della formazione dell'ambiente lacustre. La maggior parte dei laghi artificiali sono situata in zona montana, si viene a trovare nella così detta zona ittica salmonidi. In realtà nei primi anni dall'inizio dell'invaso dei laghi situati nelle zone montane, sono le specie di Salmonidi viventi negli immissari che popolano in prevalenza il bacino di nuova formazione. Col progredire del processo di invecchiamento, l'ambiente lacustre diviene sempre meno adatto ad ospitare la fauna ittica originaria, sia per l'abbassamento del tenore di ossigeno nella zona lacustre con acque più fresche, al di sotto della galleria di derivazione, sia per l'abbondante coltre di limo, che riveste il fondo ed i fianchi del bacino, e la conseguente torbidità. Si assiste così al graduale insediamento di Ciprinidi in sostituzione ai Salmonidi.

Nei laghi di alta quota, esenti in massima parte dal fenomeno di invecchiamento, lo sviluppo dei Salmonidi non ha dato fino ad oggi nessun esempio di regresso, anche in laghi entrati in esercizio da circa 25 anni (Ceresole, alta valle dell'Orco). Nei bacini ad acque in prevalenza limpide sono stati ottenuti ottimi risultati anche con l'introduzione del coregone (*Coregonus*), oltre che con le trote fario e iridea (*Salmo trutta* e *S. gairdnerii*). Nei bacini di alta montagna ad acque torbide si è avuto un buon rendimento con l'introduzione della trota iridea, anche in quei casi dove il grado di torbidità è risultato tale da impedire un regolare sviluppo di organismi planctonici (bacino della Maddalena, alta valle di Varaita).

Per quanto riguarda l'Italia si osserva in linea generale come nei laghi alpini difficilmente si assiste ad un rapido processo d'invecchiamento, eccezione di quei bacini situati su grandi corsi d'acqua; l'invecchiamento si verifica invece quasi regolarmente nei laghi situati nella zona appenninica. In Francia l'invecchiamento dei bacini idroelettrici è stato osservato nella quasi totalità dei casi, forse a causa della minore altitudine a cui si trova la maggior parte dei bacini medesimi.

Trattando le caratteristiche biologiche dei bacini artificiali, sarebbe del massimo interesse poter presentare un quadro delle specie di organismi planctonici che popolano di preferenza questi laghi, rispetto a quanto avviene in quelli naturali. L'insieme delle osservazioni effettuate ed i dati forniti in bibliografia non hanno offerto però elementi tali da poter formulare giudizi sufficientemente sicuri, che non fossero troppo frammentari. Un unico fatto che sembra ripetersi con una certa frequenza in ambienti anche assai differenti è la larga parte che l'ordine delle Volvocali occupa spesso nel fitoplancton lacustre dei bacini artificiali, specie di quelli di recente formazione; ma occorreranno ulteriori osservazioni per poter mettere meglio in evidenza sia questi che altri particolari.

Riassunto

Si riassumono le osservazioni condotte durante dieci anni su diversi bacini artificiali di varie regioni d'Italia, tenendo conto anche dei dati forniti dalla letteratura esistente sull'argomento.

Dal punto di vista morfologico i laghi artificiali si avvicinano spesso a quelli naturali da frana o a quelli di doccia, di origine glaciale.

L'alimentazione idrica ha dei massimi stagionali che nella regione alpina cadono dalla metà di maggio alla metà di agosto, nella penisola e nelle isole da novembre a marzo.

Il fattore che differenzia maggiormente i laghi artificiali da quelli naturali è il deflusso dell'acqua che avviene in profondità: tutta la termica lacustre viene per questo grandemente modificata, con eliminazione od abbassamento del termoclino e della zona ipolimnica.

I laghi artificiali situati a quota non superiore a m. 1000 sono generalmente di tipo eutrofico, nonostante la loro notevole profondità. L'eutrofia è determinata sia dall'abbondanza di sostanze nutritive convogliate nel bacino dal dilavamento dei terreni circostanti, sia dall'aumentato rapporto volume epilimnio/volume ipolimnio, rispetto ai laghi naturali di caratteristiche morfologiche simili.

La colonizzazione dei laghi artificiali è immediata; il carattere degli organismi biologici dipende da fattori ambientali, piuttosto che dal più o meno recente invaso del bacino.

Fattori negativi per lo sviluppo del plancton sono: il troppo rapido cambiamento idrico, la eccessiva torbidità, i periodi di svaso. Le specie a riproduzione rapida prevalgono generalmente nei laghi artificiali, a causa delle frequenti distruzioni che avvengono durante i periodi sfavorevoli.

Si accenna infine al processo di invecchiamento dei laghi artificiali ed alle sue conseguenze per l'ittiofauna lacustre.

RÉSUMÉ

On résume les observations conduites pendant dix ans sur les différents types de barrage des diverses régions d'Italie, en tenant compte aussi des données fournies par la littérature sur ce sujet.

Au point de vue morphologique les lacs de barrage souvent s'approchent des lacs naturels d'éboulement ou à ces de surcreusement, d'origine glaciaire. L'alimentation hydrique a des maximums de saison lesquels dans la région ont lieu depuis la moitié de mai jusqu'à la moitié d'août, dans la péninsule et dans les îles depuis novembre jusqu'à mars.

Le facteur qui différencie davantage les lacs de barrage de ces naturels est l'écoulement de l'eau qui survient en profondeur: toute la thermocline lacustre vient, pour ceci, largement modifiée, avec l'élimination ou l'abaissement de la thermocline et du hypolimnion.

Les lacs de barrage placés à une hauteur non supérieure à m 1000 sont généralement eutrophiques, malgré leur considérable profondeur. L'eutrophie est déterminée soit par l'abondance des substances nutritives recueillies dans le bassin par le délavage des terrains à l'entour, soit par l'augmenté rapport volume épilimnion/volume hypolimnion, relativement aux lacs naturels ayant des caractéristiques morphologiques semblables.

La colonisation des lacs de barrage est immédiate; elle dépend des facteurs du milieu et non pas d'un plus ou moins récent remplissage du bassin.

Les facteurs négatifs pour le développement du plancton sont: le trop rapide rechange hydrique, l'excessif trouble, les périodes de vidange.

Les espèces à reproduction rapide prévalent généralement dans les lacs de barrage à cause des fréquentes destructions qui arrivent pendant les périodes défavorables.

SUMMARY

Observations carried out for ten years about some artificial lakes in different regions of Italy, are summarised taking account also of data given to existing literature on the subject.

From the morphological point of view, artificial lakes often have some characteristics as natural lakes resulting from landslides or glacial origin.

In the Alpine region the hydrolic supply is greatest in the season from the middle of May to the middle of August, in the peninsula and in the islands from November to March.

The factor which makes the greatest difference between artificial and natural lakes is the outflow of water which takes place from depth. The thermic behaviour of the artificial lakes is greatly modified, because of the cessation and lowering of the thermocline and the hypolimnion.

Artificial lakes at no more than a 1.000 mts. are generally of the eutrophic type, notwithstanding their notable depth.

Eutrophy is determined both by the abundance of nutritive matter gathered in the basin from surrounding lands, and from the increase of ratio between epilimnion volume/hypolimnion volume, with regard to natural lakes with the same morphological characteristic.

The colonisation of the artificial lakes is very rapid; the character of biological establishment depends on surrounding causes, rather than from more or less recent invasion of water into the basin.

Negative causes for the development of plankton are: the too rapid change of water, the excessive turbidity, and the periods of outflow. Species with rapid reproduction generally prevail in artificial lakes because of the frequent destruction which happens during the unfavourable periods.

The ageing process of the artificial lakes and its consequences on the benthofauna of lakes is noticed.

BIBLIOGRAFIA

- IN G. (1949): *Biological productivity of reservoirs*. « *Idrobiologia* » 1, 4, 469-475.
- INS W. (1935): *Jowa's artificial lakes*. « *Proc. Jowa Acad. Sci.* » 42, 189.
- HELIER R. (1950): *De l'intérêt piscicole des retenues hydro-electriques*. « *Bull. franç. Piscic.* » 20, 157, 161-176.
- NELLI G. (1928): *Sul ripopolamento ittico dei laghi artificiali*. « *Boll. Pesca, Piscic. e Idrob.* » 4, 3, 256-258.
- NELLI G. (1930): *Eutrofismo da stagnazione nei laghi artificiali*. « *Rend. R. Acc. Nazionale Lincei* » 11, ser. 6^a, 5, 495-497.
- NELLI G. (1930): *Sulla colonizzazione dei laghi artificiali*. « *Rend. R. Acc. Naz. Lincei* » 12, ser. 6^a, 2^o sem., 3-4, 177-179.
- NELLI G. (1931): *La pesca nei laghi artificiali*. « *VII Congrès Intern. d'Agriculture et de Pêche* », Paris.
- NICCI G. (1955): *Notizie sulla facies planctonica di laghi appenninici naturali e artificiali*. « *Atti Soc. Intern. Limn. teor. e appl.* » 12, 455-463.
- NICCI G. (1957): *Osservazioni sulla distribuzione dei Cladoceri del genere Daphnia in laghi dell'Italia peninsulare*. « *Boll. Pesca, Pisc. e Idrob.* » 12, 1, 23-70.
- KO I. (1952): *Development of Fisheries of the Kodaikanal Lake, Mathurai Dt.* « *Ind. Comm. Journ. Madras* », 8, 4 372-374.
- RPY et BACHELIER (1955): *La mise en valeur des lacs de retenue de barrages*. « *D.T. Cons. Gen. Pêches Médit.* » 3, 499-511.
- LET, MELLET, GUZI (1918): *Le lac Rittom*. « *Comun. Serv. fédéral des Eaux* » 13, Berne.
- LET L. (1925): *Les lacs*. Ed G. Doin, Paris.
- MISSION D'ETUDES (Vivier, Dussart, Nisbet et Coll.) (1956): *Le lac d'Eguzon. — Contribution à l'étude phisique, chimique et biologique d'un lac et de barrage artificiel*. « *Ann. Stat. Centr. Hydrob. appl.* » 6, 1-236.
- CK, GROVER (1951): *The phytoplankton of two artificial lakes in Hendricks Country, Indiana*. « *Butler Univ. Bot. Stud.* » 10, 1-10, 53-60.
- NCONA, VOLTERRA (1935): *Il plancton del lago di Nemi prima e dopo l'abbassamento del suo livello*. « *Verh. intern. Ver. Limnol.* » 7, 497-506.
- SART B. (1952): *Contribution à l'étude des lacs de Savoie: Le lac du Mont Cenis*. « *Bull. franç. Piscic.* » 24, 164, 89-98.
- SART B. (1952): *Contribution à l'étude des lacs de Savoie. Le lac de la Girotte*. « *Ann. Stat. centr. Hydrob. appl.* » 4, 379-391.
- SART B. (1954): *Température et mouvement des eaux dans les lacs*. « *Ann. Stat. centr. Hydrob. appl.* » 5, 1-184.
- SELE W. (1957): *Flussbiologie Kraftwerke und fischerei*. « *Osterreichs Fischerei* » 10, 8-9.
- *Bollettino di pesca, ecc.*

- FACINELLI E. (1955): *Osservazioni idrobiologiche sul lago di sbarramento di S. Giustina*. « St. Trent. Sci. Nat. » 32, 2-3, 69-91.
- FERRERO L. (1953): *Limnologia dei laghi artificiali. III - Notizie su alcuni laghi dell'Appennino Tosco-Emiliano*. « Boll. Pesca, Piscic. e Idrob. » 8, 1, 63-81.
- HAEMPEL, STUNDL (1943): *Fischereibiologische Untersuchungen an der Frainer Talsperre*. « Arch. Hydrobiol. » 40, 538-554.
- KLEERKOPER H. (1939): *Limnology of Santo Amaro Reservoir*. « Bull. Bot. Dep. univ. Paulo ».
- KREITMANN L. (1928): *Les Entomostracés du lac de barrage des Portes du Fier*. « Trav. Lab. Pisc. Univ. Grenoble » 19, 101-112.
- KREITMANN L. (1937): *Etude Hydrobiologique et aménagement piscicole de trois lacs du Valais utilisés industriellement*. « Trav. Lab. Pisc. Univ. Grenoble » 27-29, 81-176.
- LINDER C. (1941): *Recherches hydrobiologiques au lac de barrage de Barberine (Valais)*. « Arch. Hydrobiol. » 9, 81-107.
- MALDURA C. (1939): *L'aspetto chimico delle acque del lago di Nemi dopo il suo parziale abbassamento*. « Intern. Rev. Hydrob. Hydrog. » 38, 477-488.
- MARCHESONI V. (1940): *Il fitoplancton del lago di Nemi prima e dopo l'abbassamento del livello*. « Inter. Rev. Hydrob. Hydrog. » 40, 305-345.
- MERCIER, GAY (1954): *Effets de l'aération artificielle sous-lacustre au lac de Bret*. « Rev. Suisse Hydrol. » 16, 2, 248-308.
- MORANDINI G. (1943): *Osservazioni di temperatura nel lago dell'Arvo (Sila)*. « Arch. Oceanogr. Limnol. » 3, 1-2, 31-37.
- MÜLLNER J. (1900): *Die Seen am Reschen-Scheideck*. « Geogr. Abhand. » 7, 1.
- NURSALL J. (1952): *The early development of a bottom fauna in a new power reservoir in the rocky mountains of Alberta*. « Canad. Journ. of Zool. » 30, 6, 387-409.
- OLSZEWSKI P. (1946): *First limnological investigation of the Rozonów lake*. « Publ. Com. Scienc. Invest. at Rozonów » 2, 1-55, Kraków.
- OLSZEWSKI P. (1953): *Biotope of the Rozonów Lake*. « Polskie arch. Hydrob. » 1 (14), 490-504.
- PARENZAN P. (1937): *Contributo alla conoscenza della idrobiologia del lago di Ampollino*. « Studi Silani » I.T.E.A., Napoli.
- PASQUINI P. (1924): *Primi appunti sui laghetti di Piediluco e di Chiusi*. « Riv. Biol. » 6, 695-700.
- PATRIARCHE, MERCER (1951): *Reservoir reserach required*. « Missouri Conservationist » 1-3.
- PENNAK R. (1949): *Annual limnological cycles in some reservoir lakes*. « Ecolog. Monographs » 19, 233-267.
- PLANCIC J. (1955): *Création d'un lac de retenue dans la vallée de la Naretva (près de Jajce) et ses conséquences sur la pêche*. « D.T. Cons. Gen. Pêches Médit. » 3, 297-304.
- REED, OLIVE (1956): *Annual cycle of net plancton in a fluctuating north-central Colorado reservoir*. « Ecology » 37, 4, 713-719.
- RUNNSTRÖM S. (1950): *The population of Char, Salmo alpinus, in regulated Lake*. « Rep. Inst. Freshw. Res. Drottningholm » 32, 66-78.

- STRÖM S. (1951): *The population of trout, Salmo trutta, in regulated Lake.* « Ann. Rep. Inst. Freshw. Res. Drottningholm » 33, 179-198.
- WEIDER G. (1912): *Das Plankton der westfälischen Talsperren des Sauerlandes.* « Arch. Hydrobiol. » 8, 1-42 e 207-263.
- INSKA J. (1952): *The plancton of the artificial lake at the Rozonow Dam.* « Mem. Acad. Polon. Sc. et Lett. » ser B, 18, 1-111.
- ANI E. (1950): *Limnologia dei laghi artificiali - I. Introduzione e generalità.* « Boll. Pesca, Piscic. e Idrob. », 5, 2, 248-255.
- ANI E. (1952): *Limnologia dei laghi artificiali - II. Il lago di Campotosto,* « Boll. Pesca, Piscic. e Idrob. », 7, 1, 92-111.
- ANI E. (1956): *Limnologia dei laghi artificiali - IV. I laghi artificiali alpini - Osservazioniologiche.* « Boll. Pesca, Piscic. e Idrob. » 11, 1, 5-30.
- EL K. (1955): *Die Talsperren Österreichs. - Heft 4: Hydrochemische Untersuchungen an Stauseen.* Wien.
- ALI V. e L. (1951): *Osservazioni sulla biologia ed ecologia di 170 popolamenti zooplanctonici di laghi italiani.* « Mem. Ist. Ital. Idrob. Marco de Marchi » 6, 53-156.
- ALI V. (1956): *Il lago di Ledro nelle sue vicende di lago naturale, lago serbatoio e lago rifornito.* « Mem. Ist. Ital. Idrob. Marco de Marchi » 9, 25-48.
- ENWEIDER R. (1956): *L'influenza della torbidità provocata dalle acque di piena nel bacino di Pallanza.* « Mem. Ist. Ital. Idrob. Marco de Marchi » 9, 85-111.
- SCH H. (1950): *Grundlagen der Fischwirtschaft in den Grosstaubecken* « Abhand. Fischerei Hilfsw. » 1, 17-186.
- NOUV A. (1955): *Barrages in Israel and their utilisation for Fishbreeding.* (D.T. Cons. Gen. Pêches Médit. » 3, 187-194.

SUI CARATTERI MORFOLOGICI DELL'*ENGRAULIS* DEL «LAGO VERDE»

IRENE SCUDERI

ISTITUTO DI ZOOLOGIA DELL'UNIVERSITÀ DI MESSINA

Lungo il litorale tirrenico della Sicilia, e precisamente nel golfo di Palermo in prossimità di Capo Tindari si trova uno stagno salmastro indicato col nome di «Lago Verde».

Le condizioni morfologiche e chimico-fisiche di questo stagno sono state studiate da Abruzzese ed Aricò (1955). Essi hanno constatato che la temperatura dell'acqua sia in superficie che in profondità (m. 2) varia fra 32° e 9°5. La salinità oscilla tra i 27,45 e 10,63 ‰. Trattasi quindi di un lago salmastro che presenta soli stadi di mesoalinia e polialinia. La quantità di ossigeno disciolto varia da 3,34 a 7,80. In questo lago i valori di soprassaturazione si trovano frequentemente; gli AA. hanno riscontrato il massimo il 3 luglio 1954.

In questo lago vive una particolare popolazione di *Engraulis*, le cui caratteristiche morfologiche non sono ancora note, sicchè non si conosce ancora la sua posizione nella sistematica del gruppo.

Nel corso di una serie di ricerche, che da qualche tempo si vanno compiendo in questo Istituto sulle acque salmastre, sono state fatte periodicamente delle pescate, e nella raccolta del materiale di studio si è avuto cura che fossero rappresentati individui di tutte le dimensioni, che venivano durante il trasporto in Istituto tenuti in ghiacciaia.

Sono stati presi in esame 110 esemplari, di cui 63 ♂♂ e 47 ♀♀.

Metodi di indagine

Per lo studio dei diversi caratteri mi sono attenuta ai criteri seguiti da Dulzetto (1938-1940-1947) nelle sue ricerche sull'*Engraulis* del Simeto, del Golfo di Catania e dei laghi di Ganzirri e di Faro presso Messina, onde poter fare agevolmente delle comparazioni.

Sono stati presi in esame i seguenti caratteri:

- L* = lunghezza totale, misurata tra la estremità del muso e la tangente alle due punte della caudale;
- l* = distanza compresa tra la estremità del muso e la inserzione del raggio medio della pinna caudale;

- = distanza compresa tra la estremità del muso ed il bordo anteriore dell'ano;
- = distanza compresa tra la estremità del muso ed il primo raggio della pinna anale;
- = distanza compresa tra la estremità del muso e la inserzione delle pinne ventrali;
- = distanza compresa tra la estremità del muso ed il primo raggio della pinna dorsale;
- = distanza compresa tra la estremità del muso ed il bordo posteriore dell'opercolo;
- = distanza compresa tra la estremità del muso e la cresta dell'occipitale;
- = lunghezza della mandibola inferiore;
- = diametro orizzontale dell'occhio;
- = lunghezza della pinna dorsale;
- = lunghezza della pinna anale;
- = altezza massima del torace misurata avanti alla pinna ventrale;
- = numero dei raggi della pinna dorsale;
- = numero dei raggi della pinna anale;
- = numero dei raggi della pinna pettorale sinistra;
- = numero dei raggi della pinna ventrale sinistra;
- = numero totale delle vertebre;
- = numero delle vertebre con arco emale aperto;
- = numero delle vertebre con arco emale chiuso.

Per il calcolo dei dati raccolti sono stati seguiti i metodi più in uso, ordinati in classi, dalle quali è stata rilevata la media m con la formula:

$$m = \frac{\sum (v \cdot f)}{n}$$

in cui v indica la grandezza di ogni classe, f la frequenza, n il numero totale delle varianti.

È stato calcolato l'indice di variabilità impiegando il metodo Davenport:

$$\alpha = \sqrt{\frac{\sum (x^2 \cdot f)}{n}}$$

in cui x^2 indica il quadrato delle deviazioni del valore di ciascuna classe dalla media, f la frequenza di ciascuna classe, n il numero totale delle varianti.

L'errore probabile della media m è stato calcolato con la formula:

$$E P m = \pm \frac{\alpha}{\sqrt{n}} \cdot 0,67449$$

La situazione probabile media $Fl.m$ con la formula:

$$Fl.m = \pm \frac{\alpha}{\sqrt{n}} \cdot 0,67449 \times 5$$

Lunghezza del corpo

La lunghezza del corpo negli individui presi in esame, misurata tra la estremità del muso e la tangente alla estremità della pinna caudale (tab. I), è

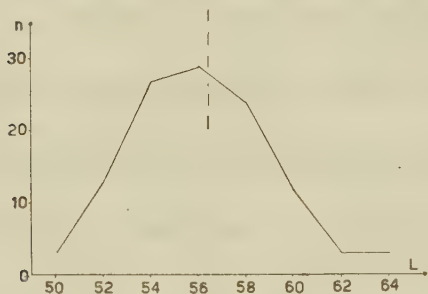


FIG. 1. — Variazioni della lunghezza totale. Sull'ascissa la lunghezza (L) in mm. sull'ordinata il numero degli individui (n).

presa tra un minimo di mm. 50 e un massimo di mm. 65. La lunghezza media degli individui nel loro complesso è di mm. 56,48 (tab. II, fig. 1). I maschi (mm. 56,46) sono meno lunghi delle femmine (mm. 56,62).

Onde potere stabilire se fra la lunghezza dei ♂♂ e quella delle ♀♀ esiste una differenza statisticamente significativa, ho confrontato le medie secondo il metodo impiegato da Barbensi (1952), calcolando il valore del rapporto:

$$\frac{D \bar{x}}{S D \bar{x}}$$

in cui D è uguale alla differenza fra le due medie, e

$$S D \bar{x} = \sqrt{\frac{\sigma_1^2}{N_1} + \frac{\sigma_2^2}{N_2}}$$

in cui σ_1 è la deviazione standard dei ♂♂, N_1 il numero dei ♂♂, σ_2 la deviazione standard delle ♀♀, N_2 il numero delle ♀♀.

Applicando i valori numerici si è ottenuto:

$$\begin{aligned} D \bar{x} &= 0,16 \\ S D \bar{x} &= 0,56. \end{aligned}$$

Considerando che, perchè esista una differenza significativa fra le medie, è necessario che sussista la relazione:

$$D \bar{x} > 2 \cdot S D \bar{x}$$

dobbiamo concludere che essa nel caso nostro non è significativa, infatti

$$0,16 < 2 \cdot 0,56$$

Il valore del rapporto $D \bar{x} / S D \bar{x}$ è uguale a 0,28, valore che, dalla tabella del Barbensi ($n = \infty$), rimane molto al di sotto della probabilità significativa ($P = 0,05$).

La forma di *Engraulis* del Lago Verde appare la più piccola sinora registrata, come si rileva dalla tabella III.

Per una più esatta valutazione di questo carattere è stata presa in considerazione la distanza che corre tra la estremità del muso e la inserzione del raggio della pinna caudale (tab. IV). Questa misura infatti presenta minori possibilità di errori, sicchè dà una più esatta idea dello sviluppo corporeo.

PORTO TRA LUNGHEZZA LATERALE E LUNGHEZZA SUPERIORE DELLA TESTA.

Il rapporto lunghezza laterale della testa, misurata tra la estremità del muso ed il bordo posteriore dell'opercolo, e lunghezza superiore misurata tra la estremità del muso e la cresta dell'occipitale, va da 1,25 a 1,54; la classe di maggiore frequenza è quella compresa tra 1,35 e 1,39 (tab. XIII). La media è di 1,37 sia nei ♂♂ che nelle ♀♀ (tab. XIV, fig. 3). Paragonando il valore di questo rapporto con quello degli individui dei laghi di Ganzirri e di Faro e del Simeto si vede che la testa dell'*Engraulis* del Lago Verde è più lunga, e la differenza è ancora più accentuata rispetto alla comune forma marina del Golfo di Catania, in cui il rapporto sale a 1,56, come si rileva dalla tabella XV.

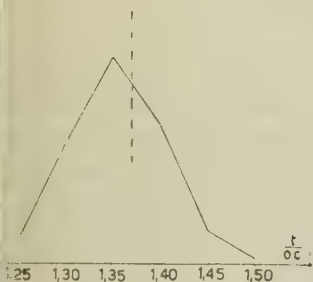


Fig. 3. — Variazioni del rapporto $\frac{t}{oc}$.
 Le variabili, sull'ordinata il numero degli individui.

PORTO TRA LUNGHEZZA LATERALE DELLA TESTA E LUNGHEZZA DELLA MANDIBOLA INFERIORE.

Il rapporto tra la lunghezza laterale della testa e la lunghezza della mandibola inferiore è compreso tra 1,25 e 1,54 (tab. XVI). La classe di maggiore frequenza è quella che va da 1,30 a 1,34; la media 1,36 (tab. XVII). Tale media è nettamente inferiore a quella delle popolazioni dei laghi di Ganzirri (1,56) e di Faro (1,59), del Simeto (1,60) e specialmente a quella della forma marina del Golfo di Catania (1,62); la testa quindi presenta una mandibola più allungata (tab. XVIII).

DIAMETRO ORIZZONTALE DELL'OCCHIO.

In rapporto alla notevole riduzione dello sviluppo corporeo, anche l'occhio degli individui del Lago Verde è molto piccolo. Il suo diametro orizzontale va da mm. 3 a mm. 5 (tab. XIX); la classe di maggiore frequenza è rappresentata dagli individui il cui occhio ha un diametro di mm. 4, ed essi costituiscono il 3,18 % (tab. XX); seguono gli individui con occhio di mm. 3, che rappresentano il 3,64 %. La media è di 4,04; essa è di 4 nei ♂♂ e di 4,10 nelle ♀♀ (tab. XXI).

Sicchè in questa forma l'occhio, considerato in senso assoluto, e tenuto conto anche della taglia notevolmente più piccola degli individui, è più piccolo di quello della forma di Ganzirri, la cui media è di 4,65; di quella di Faro la cui media è di 5,07, di quella del Simeto la cui media è di 6,55, e della comune forma marina del Golfo di Catania la cui media è 7,92 (tab. XXII). Mettendo in relazione la grandezza dell'occhio con quella della testa si ha un rapporto che dà l'idea esatta della grandezza relativa dell'occhio (tab. XXIII). La media ottenuta è stata di 3,13 (tab. XXIV); mentre per la forma di Ganzirri è

La media delle lunghezze degli individui dei due sessi è di mm. 46, nei ♂♂ essa è di mm. 46,72 e nelle ♀♀ di mm. 47,26 (tab. V).

La forma da noi presa in esame rimane quindi sempre la più piccola (tab. V) rispetto alle forme studiate da Dulzetto.

Grossezza del corpo

La grossezza del corpo è stata determinata facendo il rapporto tra lunghezza totale e l'altezza massima del torace, misurata a livello dell'iniezione della pinna ventrale. Tale rapporto è compreso tra 5,5 e 7,9 (tab. VII). La media è negli individui dei due sessi di 6,51; nei ♂♂ di 6,62 e nelle ♀♀ di 6,40 (tab. VIII). L'*Engraulis* del Lago Verde presenta un corpo più grosso di quelle delle forme del Simeto e dei laghi di Ganzirri e di Faro (tab. IX).

Caratteri della testa

Lo studio dei caratteri della testa è stato fatto in base alla relazione che passa:

- a) tra la lunghezza del corpo e la lunghezza laterale della testa (indice cefalico);
- b) tra la lunghezza laterale e la lunghezza superiore della testa;
- c) tra la lunghezza laterale della testa e la lunghezza della mandibola inferiore.

Sono state prese anche in considerazione le dimensioni dell'occhio e il rapporto esistente tra il suo diametro orizzontale e la lunghezza della testa.

INDICE CEFALICO.

Questo indice esprime la relazione che passa tra la lunghezza totale del corpo e la lunghezza laterale della testa, misurata tra la estremità del rostrum ed il margine posteriore dell'opercolo. Questo è compreso tra 3,70 e 4,39 (tab. X), con una media di 4,04 (fig. 2). Nei ♂♂ essa è di 4,03 e nelle ♀♀ di 4,05 (tab. XI).

Negli individui appartenenti alla forma del lago di Ganzirri la media è di 4,02, in quella del Lago Faro 4,24, in quella del Simeto 4,34 e nella forma marina del Golfo di Catania 4,71 (tab. XII). Si può quindi concludere che la forma di *Engraulis* del lago Verde presenta una testa molto allungata, tuttavia essa è più corta della forma di Ganzirri.

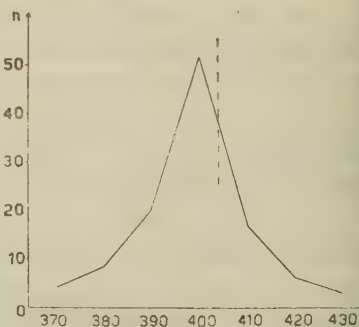


FIG. 2. — Variazioni del rapporto $\frac{L}{l}$.
Sull'ascissa le varianti, sull'ordinata il numero degli individui.

145, per quella di Faro di 3,52, del Simeto di 3,43 e per quella del Golfo di Catania di 3,67 (tab. XXV). Ciò dice che l'occhio dell'*Eugraulis* del Lago Verde è sensibilmente più grande relativamente allo sviluppo corporeo.

Posizione e sviluppo delle pinne

POSIZIONE, NUMERO DEI RAGGI E LUNGHEZZA DELLA PINNA DORSALE.

Tra gli altri caratteri, nello studio della morfologia dei Clupeidi, una certa importanza è stata attribuita a quelli relativi alla posizione, al numero dei raggi e alla lunghezza della pinna dorsale. La posizione è stata determinata misurando la distanza compresa tra la estremità del muso e la inserzione del primo raggio della pinna stessa, espressa in centesimi della lunghezza totale,

esclusa la caudale (tab. XXVI, fig. 4).

La distanza media (tab. XXVII) è di 50,74. La pinna appare quindi spostata leggermente indietro; e nei ♂♂ tale spostamento è maggiore che nelle ♀♀. Com-

parando tali risultati con quelli ottenuti da altri autori risulta che la pinna dorsale nella forma del Lago Verde è spostata leggermen-

te indietro, di più rispetto alla forma di Ganzirri, la cui media è di 50,48, meno rispetto alla forma del Simeto, la cui media è di 50,89. Differisce ancora dalla forma di Faro, che presenta la pinna inserita

più anteriormente, essendo la media di 50 (tab. XXVIII). Rispetto alla forma del Golfo di Catania la pinna risulta inserita ancora più indietro.

Quanto al numero dei raggi esso oscilla tra 13 e 14 (tab. XXIX), con predominio degli individui con 14 raggi, che rappresentano il 69,09 % (tab. XXX).

La media è di 13,96; nei ♂♂ è di 13,93 e nelle ♀♀ di 14 (tab. XXXI). Lo stesso predominio di 14 raggi si riscontra nella forma del Golfo di Catania, mentre in quella del Simeto prevalgono gli individui con 15 raggi, e in quella di Ganzirri e Faro gli individui con 13 raggi (tab. XXXII).

La lunghezza della pinna dorsale è stata misurata in corrispondenza della base di inserzione. Essa va da mm. 5 a mm. 7 (tab. XXXIII).

La classe di maggiore frequenza è rappresentata da individui la cui pinna misura mm. 6; essi rappresentano il 68,19 % (tab. XXXIV). La media è di 6,12; nei ♂♂ tale media è di mm. 6,14, nelle ♀♀ di mm. 6,29 (tab. XXXV).

Confrontando le medie della forma di Ganzirri di mm. 9; di quella di Faro di mm. 10; di quella del Simeto di mm. 12,77; e di quella del Golfo di Catania di mm. 15,49 (tab. XXXVI), si può concludere che la pinna dorsale della forma del Lago Verde è in valore assoluto più corta delle altre.

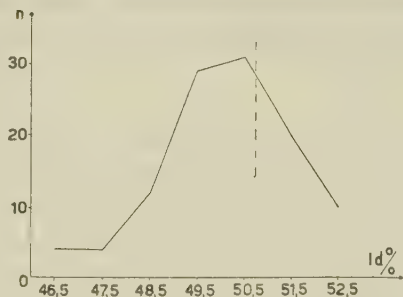


FIG. — 4. Variazioni della distanza tra l'estremità del muso e l'origine della pinna dorsale in percento della lunghezza totale, esclusa la caudale. Sull'ascissa le varianti (ld), sull'ordinata il numero degli individui (n).

NUMERO DEI RAGGI DELLA PINNA PETTORALE SINISTRA.

Il numero dei raggi della pinna pettorale sinistra va da 13 a 17 (tab. XXXVII); la maggiore frequenza è data da individui con 15 raggi, che rappresentano il 66,37 % (tab. XXXVIII). La media è di 15,06; nei ♂♂ essa è di 15,01, nelle ♀♀ di 15,12 (tab. XXXIX). La media è superiore a quella della forma di Ganzirri che è di 14,16; a quella della forma di Faro che è di 14,68 (tab. XL).

Il numero dei raggi è uguale a quello delle altre forme considerate.

POSIZIONE E NUMERO DEI RAGGI DELLE PINNE VENTRALI.

Come per la pinna dorsale, la posizione delle pinne ventrali è stata determinata calcolando la distanza compresa tra l'estremità del muso e la base delle pinne stesse, espressa in centesimi della lunghezza totale, esclusa la caudale. Questa distanza rimane compresa tra un minimo di 43 ed un massimo

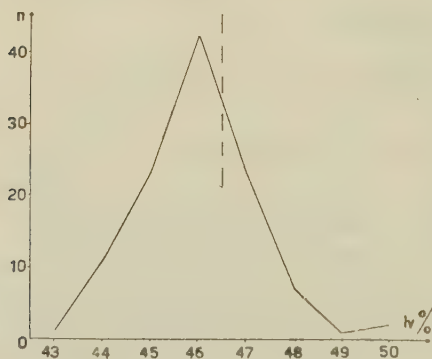


FIG. 5. — Variazioni della distanza tra l'estremità del muso e l'origine delle pinne ventrali in percento della lunghezza totale, esclusa la caudale. Sull'ascissa le varianti (lv), sull'ordinata il numero degli individui (n).

di 50,9 (tab. XLI, fig. 5). La maggiore frequenza è data da individui nei quali tale percentuale è compresa tra 46,9. La media (tab. XLII) è di 46,9; nei ♂♂ essa è di 46,64 e nelle ♀♀ di 46,43. Essendo le medie di Ganzirri di 49,40, di Faro 48,38, del Simeto di 45,02 (tab. XLIII), si può concludere che le pinne sono inserite più in avanti rispetto alla forma del Golfo di Catania; più indietro rispetto alle forme del Simeto, di Ganzirri e Faro. Quanto al numero dei raggi è stato fatto il computo di quelli della pinna sinistra e si è visto che rimane

costantemente di 7, come già era stato osservato negli individui di Ganzirri, di Faro, del Simeto e del Golfo di Catania.

POSIZIONE, NUMERO DEI RAGGI E LUNGHEZZA DELLA PINNA ANALE.

Anche la posizione della pinna anale è stata determinata calcolando la distanza che passa tra la estremità del muso e il primo raggio della pinna anale, espressa in centesimi della lunghezza totale, esclusa la caudale. Questa distanza è compresa tra un minimo di 61 ed un massimo di 69,9 (tab. XLIV). La media (tab. XLV) è di 66,67; nei ♂♂ essa è di 66,89; nelle ♀♀ di 66,37. Confrontando questa media con quella della forma di Ganzirri che è di 69,13, di Faro che è di 67,42, del Simeto che è di 66,92, e del Golfo di Catania che è di 66,67 (tab. XLVI), si deduce che la pinna anale è inserita un po' più avanti rispetto alle dette forme, ed inoltre esiste una lieve differenza in rapporto al numero dei raggi, essendo nelle ♀♀ un po' in avanti rispetto a quella dei ♂♂.

Quanto al numero dei raggi esso è compreso tra 15 e 19 (tab. XLVII); dominano gli individui la cui pinna anale ha 16 raggi, seguiti da quelli la cui pinna ha 18 raggi; i primi rappresentano il 34,55 %, i secondi il 27,27 % (tab. XLVIII). La media (tab. XLIX) è di 16,90; essa è nei ♂♂ di 16,87 e nelle ♀♀ di 17.

Poichè in questa forma si ha la predominanza di 16 raggi nella pinna anale, si differenzia dalle forme di Ganzirri, di Faro, del Simeto e del Golfo di Catania che in maggioranza presentano 17 raggi (tab. L). La lunghezza della pinna anale è stata misurata in corrispondenza della sua base di inserzione. Essa varia da mm. 5 a mm. 9 (tab. LI); predominano gli individui la cui pinna anale è lunga mm. 8.

La media (tab. LII) è di mm. 7,47; nei ♂♂ essa è di mm. 7,41 e nelle ♀♀ di mm. 7,55, sicchè in queste è un po' più lunga. In relazione con il minor sviluppo corporeo anche la pinna anale è più breve di quella delle forme di Ganzirri, di Faro, del Simeto e del Golfo di Catania, le cui medie sono rispettivamente 10,25; 11,19; 13,29; 17,75 (tab. LIII).

Posizione dell'apertura anale. — Per stabilire la posizione dell'apertura anale si è calcolato il rapporto che passa tra la lunghezza, esclusa la caudale, e la distanza che corre tra la estremità del muso ed il bordo anteriore dell'ano. Tale rapporto è compreso tra 1,50 e 1,69 (tab. LIV). La media è di 1,56; nei ♂♂ di 1,55, nelle ♀♀ di 1,56 (tab. LV). Per il carattere in esame si riscontra una certa differenza rispetto alle forme di Ganzirri, Faro, Simeto e Golfo di Catania, le cui medie sono rispettivamente di 1,53; 1,53; 1,54; 1,54. Sicchè l'apertura anale in definitiva risulta in questa forma spostata in avanti, di più rispetto alla forma di Ganzirri, e di meno rispetto a quella di Faro, del Simeto e del Golfo di Catania (tab. LVI).

SVILUPPO DELLA PINNA CAUDALE.

Per stabilire lo sviluppo che la pinna caudale presenta, in relazione con lo sviluppo corporeo, è stato calcolato il rapporto che passa tra la lunghezza totale della pinna e la distanza tra la estremità del muso e la inserzione del raggio medio della pinna caudale stessa. Tale rapporto è compreso tra 1,07 e 1,26 (tab. LVII). La media è di 1,19; nei ♂♂ è di 1,19 e nelle ♀♀ 1,18 (tab. LVIII). La pinna caudale di *Engraulis*, considerate le medie di Ganzirri, Faro, Simeto (1,16), Golfo di Catania (1,14), risulta più grande (tab. LIX).

Caratteri anatomici

Come nei pesci in generale, la colonna vertebrale dell'*Engraulis* presenta regioni, tra loro delimitate dal punto in cui gli archi emali si fondono in un'arcata unica.

NUMERO DELLE VERTEBRE.

Il numero delle vertebre va da 40 a 45 (tab. LX), con una media di 42,5 (tab. LXI, fig. 6). La maggiore frequenza è data da quelli con 43 vertebre

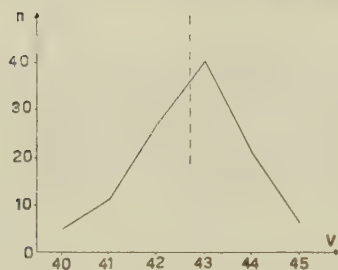


FIG. 6. — Variazioni del numero delle vertebre. Sull'ascissa il numero delle vertebre (V), sull'ordinata il numero degli individui (n).

che rappresentano il 36,36 % degli individui esaminati; seguono quelli con 42 vertebre che rappresentano il 24,55 %; quelli con 41 che rappresentano il 19,09 %; quelli con 40 che rappresentano il 10 %; quelli con 45 che rappresentano il 5,45 %; ed infine quelli con 43 che rappresentano il 4,5 % (tabella LXII). La maggiore frequenza è di 43 vertebre fa sì che tale forma si riscontra dagli individui del Simeto e da quelli del Golfo di Catania, che hanno in maggioranza 45 vertebre; è simile invece agli individui di Ganzirri e Faro che hanno anche essi 43 vertebre (tab. LX).

Nel fare il computo delle vertebre si è tenuto anche conto di quelle con arco emale aperto e di quelle con arco emale chiuso (tab. LXIV), distinguendo di cui i precedenti autori, tranne Dulzetto, non avevano tenuto conto. Nei ♂♂ una media (tab. LXV) di 24,03 vertebre con arco emale aperto e 18,61 con arco emale chiuso; nelle ♀♀ una media di 24,10 vertebre con arco emale aperto e 18,70 con arco emale chiuso. Esistono pertanto delle differenze rispetto alle forme di Ganzirri, Faro, Simeto e Golfo di Catania, specialmente perchè in queste il numero delle vertebre con arco emale chiuso tende a mantenersi quasi costante (tab. LXVI).

OTOLITI — È stata presa in considerazione anche la *sagitta* che è la maggiore delle tre otoliti. Questa, come ha visto Sanz Acheverria (1926, 1928) presenta caratteri differenziali nelle varie specie di *Clupeidae*. Già Dulzetto ebbe cura di mettere in evidenza le differenze esistenti tra la sagitta dell'*Engraulis encrasicolus* dello Stretto di Messina e quella della forma del Lago di Ganzirri, *Engraulis Russoi*, la quale si presentava, in linea di massima, meno allungata e meno differenziata nei suoi particolari morfologici. Infatti non vi si distinguono nè rostro nè antirostro, poichè manca l'incisura del bordo anteriore.

La sagitta dell'*Engraulis* del Lago Verde (fig. 7)

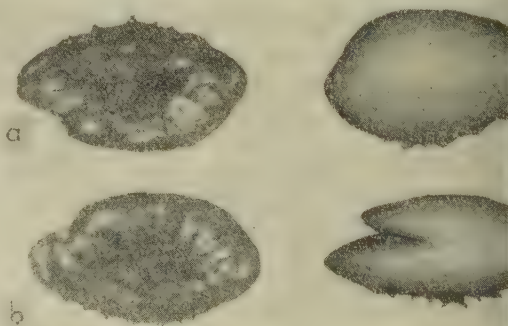


FIG. 7. — Sagitte di varie forme di *Engraulis*. a, b, le del *Engraulis* del Lago Verde; c, la sinistra di *E. Russoi* (lago di Ganzirri); d, la sinistra di *E. encrasicolus* dello stretto di Messina (entrambe di Dulzetto).

nta una forma più o meno ovale, simile a quella dell'*Engraulis Russoi* (o Ganzirri) ma nel margine anteriore, quantunque non si possa nettamente inguere il rostro e l'antirostro, è tuttavia presente una incisura, che delimita una porzione anteriore più affusata. Il margine dorsale è liscio. Il margine ventrale presenta dei dentelli, che possono essere localizzati nella paraventricolare oppure estendersi lungo tutta la superficie.

Le dimensioni sono comprese fra mm. $1,50 \times 0,92$ e mm. $1,84 \times 1$. Questi valori sono più bassi di quelli riscontrati da Dulzetto nell'*Engraulis Russoi* di Ganzirri che sono stati mm. $1,75 \times 1$ e mm. $2,25 \times 1,25$.

Le due otoliti di destra e di sinistra non sono mai assolutamente identiche.

Uova

Dalle nostre osservazioni si rileva che il periodo della deposizione dell'*Engraulis* del « Lago Verde » va dalla seconda metà di maggio a tutto agosto e può spingersi anche sino ai primi di settembre. Infatti nell'annata 1954 sono state raccolte uova embrionate fino al 4 settembre; ed è da tenere presente che nel *plancton* di tale giorno è stato trovato un numero considerevole di uova (109), il massimo che si sia riscontrato in una raccolta.

È da presumere che la durata della deposizione risenta, ed in maniera notevole, delle condizioni ambientali, che sono soggette a notevoli variazioni stagionali di temperatura e di salinità. L'anno successivo infatti (1955) il maggior numero di uova è stato raccolto in giugno; in luglio esse cominciavano a scarsi, e nella raccolta fatta il 13 agosto non se ne sono più riscontrate. Come Russo (1935), durante le sue ricerche dirette a stabilire la durata del periodo di deposizione dell'*Engraulis encrasicolus* nel Golfo di Catania, notò, in diverse annate, degli spostamenti, che mise in rapporto con le variazioni delle condizioni del mare.

Le uova dell'*Engraulis* del Lago Verde presentano dei caratteri che le avvicinano a quelle del Lago Ganzirri, specialmente per quanto si riferisce alla forma, che è molto più tozza di quella delle uova del Golfo di Napoli. Il rapporto tra i due diametri che nelle uova del Lago di Ganzirri è di 1,91, ed in quelle del Lago Verde di 1,91, in quelle del Golfo di Napoli è di 2,30 (LXVII). Le uova del Lago Verde sono perciò più grosse di quelle del Lago Ganzirri, la media tra i due diametri che in quelle di questo lago è di $1,09 \times 0,58$ e in quelle del Lago Verde è di $1,36 \times 0,71$.

Conclusione

La forma di *Engraulis* del Lago Verde di Oliveri è la più piccola in lunghezza di quelle finora studiate; il suo corpo è relativamente il più grosso. La testa è molto allungata, e così anche la mandibola; tuttavia essa è più corta di quella dell'*Engraulis Russoi* (Lago di Ganzirri). L'occhio, messo in relazione con lo sviluppo corporeo, appare più grosso. La pinna dorsale è leggermente spostata all'indietro. Il numero dei suoi raggi va da 13 a 14, ma predominano gli

individui con 14 raggi, mentre nell'*Engraulis Russoi* prevalgono quelli con 15. Anche la pinna pettorale presenta un numero medio di raggi inferiori. Le pinne ventrali sono inserite un po' più indietro, mentre la pinna anale è più avanti, e così anche l'apertura anale. La pinna caudale, in relazione con lo sviluppo corporeo, appare più grande.

Il numero delle vertebre è compreso tra 40 e 45; la maggiore frequenza è data dagli individui con 43 vertebre, e questo carattere è comune con *Engraulis Russoi*. Anche la sagitta è simile a quella di questa ultima specie, e pure l'uovo. Questo infatti è tozzo ed un po' più grosso. L'*Engraulis* del Lago Verde presenta quindi dei caratteri molto simili a quelli dell'*Engraulis Russoi*, ma esistono tuttavia delle piccole differenze, che ci autorizzano a considerarla come una varietà, e che propongo di indicare col nome di *Engraulis Russoi varietas Oliveri*.

RIASSUNTO

Vengono presi in esame i caratteri morfologici ed alcuni caratteri anatomici di una particolare forma di *Engraulis* che vive nel « Lago Verde », stagno salmastro che si trova lungo il litorale tirrenico della Sicilia in prossimità di Oliveri.

Sono stati esaminati 110 esemplari, di cui 63♂♂ e 47♀♀, e sono state fatte osservazioni pure sulle uova e sul periodo di riproduzione.

Questa forma, per le sue particolari caratteristiche, può essere considerata come una varietà dell'*Engraulis Russoi*, ed è pertanto indicata con il nome di *Engraulis Russoi varietas Oliveri*.

RÉSUMÉ

On a étudié les caractères morphologiques et quelques caractères anatomiques d'une particulière forme de *Engraulis*, vivant dans le « Lago Verde », étang saumâtre du littoral thyrrhénien de la Sicile près de Oliveri.

On a examiné 110 exemplaires, dont 63♂♂ et 47♀♀, et on a effectué des observations sur les oeufs et sur le période de ponte.

Cette forme, pour ses particulières caractères peut être considérée comme une variété de l'*Engraulis Russoi*, et par conséquent elle a été indiquée sous le nom de *Engraulis Russoi varietas Oliveri*.

SUMMARY

The morphological and some anatomic characters of a particular form of *Engraulis*, which lives in the « Lago Verde », brackish marine pond along the Tyrrhenian coast of Sicily near Oliveri, were examined.

110 specimens were observed, viz 63♂♂ and 47♀♀ and also observations of the eggs and of the reproduction period were carried on.

This specimen, for its particular characters, may be considered as a variety of *Engraulis Russoi* and consequently is indicated with the name *Engraulis Russoi varietas Oliveri*.

LAVORI CITATI

- BRUZZESE D. E. ARICÒ F. (1955): *Osservazioni geomorfologiche e fisico-chimiche sui laghi di Oliveri-Tindari*. « Boll. Pesca, Pisc., Idrobiol. », 33, 78.
- ARBENSI G. (1952): *Introduzione alla biometria*. Vallecchi, Firenze.
- TULZETTO F. (1938): *Sui caratteri biometrici dell'Acciuga « Engraulis encrasicolus » del Golfo di Catania*. « Boll. Pesca, Pisc., Idrobiol. », 14, 180.
- TULZETTO F. (1940): *Su una particolare forma di Engraulis della Plaia di Catania e del Simeto*. « Atti R. Accad. Italia Mem. », n. 8.
- TULZETTO F. (1947): *L'Engraulis dei laghi di Ganzirri e Faro*. « Mem. Soc. Ital. Sci. XL », 26, serie III.
- TULZETTO F. (1948): *Ulteriori osservazioni sulle uova e le larve di Engraulis Russoi*. « Rend. Acc. Naz. Lincei », 4, serie VIII, 466.
- RUSSO A. (1935): *Zone di concentramento, migrazioni e pesca dell'Acciuga (Engraulis encrasicolus L.) con sorgenti luminose nel Golfo di Catania*. « Acta Gioenia Catan. Natur. Sc. » Serie 6°, 1.
- RUZ ACHEVERRIA J. (1926): *Datos sobre otolito sagita de los peces de España*. « Bull. R. Soc. Española de Historia Natural », 26.
- RUZ ACHEVERRIA J. (1928): *Investigaciones sobre otolitos de peces de España. Subord. Olupeiformes y Anguilliformes*. « Bull. R. Soc. Española de Historia Natural », 28.

TABELLA I

Lunghezza (L) dell'Engraulis
« forma del Lago Verde »

Lunghezza mm.	♂	♀	Totale
50-51	1	2	3
52-53	8	5	13
54-55	16	11	27
56-57	17	12	29
58-59	14	10	24
60-61	4	4	8
62-63	3	—	3
64-65	—	3	3
	63	47	110

TABELLA II

Media di L

	♂	♀	Totale
<i>n</i>	63	47	110
<i>m</i>	56,46	56,62	56,48
σ	2,687	3,112	2,930
<i>EP m</i>	0,227	0,305	0,201
<i>Fl m</i>	1,135	1,525	1,395

TABELLA III

Medie di L

	Lago Verde			Ganzirri (Dulzetto 1947)			Faro (Dulzetto 1947)			Simeto (Dulzetto 1940)			G. di Catania (Dulzetto 1940)		
	♂	♀	♂ e ♀	♂	♀	♂ e ♀	♂	♀	♂ e ♀	♂	♀	♂ e ♀	♂	♀	♂ e ♀
<i>n</i>	63	47	110	49	57	106	46	54	100	174	98	272	152	148	300
<i>m</i>	56,46	56,62	56,48	65,67	65,73	65,70	75,15	77,88	76,68	95,79	100,70	97,56	131,58	139,26	137,4
σ	2,687	3,112	2,930	8,3161	7,7945	7,0329	4,4671	6,1784	5,606	10,048	8,62	9,35	9,0941	12,0575	10,8169
<i>EP m</i>	0,227	0,305	0,201	0,2012	0,2963	0,4606	0,4442	0,5670	0,3781	0,514	0,587	0,382	0,4975	0,6685	0,4212

TABELLA IV

Altezza dell'Engraulis « forma del Verde » misurata tra l'estremità muso e l'inserzione del raggio medio della pinna caudale (1)

Altezza in mm.	♂	♀	Totale
42-43	4	4	8
44-45	16	10	26
46-47	21	10	31
48-49	15	16	31
50-51	5	4	9
52-53	2	—	2
54-55	—	3	3
	63	47	110

TABELLA V

Media di 1

	♂	♀	Totale
n	63	47	110
m	46,72	47,26	46,95
σ	2,297	2,903	2,594
EP m	0,194	0,285	0,166
Fl m	0,970	1,425	0,830

TABELLA VI

Media di 1

	Lago Verde			Ganzirri (Dulzetto 1947)			Faro (Dulzetto 1947)		Sinetos (Dulzetto 1940)		Golfo di Catania (Dulzetto 1940)	
	♂	♀	♂ e ♀	♂	♀	♂ e ♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀
n	63	47	110	49	57	106	46	54	174	98	152	148
m	46,72	47,26	46,95	56,59	56,56	56,57	64,71	66,81	81,97	86,53	117,92	121,22
σ	2,297	2,903	2,594	7,0592	7,0884	7,0750	4,2613	5,6077	2,65	7,69	8,4370	10,3580
EP m	0,194	0,285	0,166	0,6801	0,6377	0,4634	0,4237	0,4229	0,1355	0,5239	0,4615	0,5842
Fl m	0,970	1,425	0,830	3,4005	3,1885	2,3170	2,1185	2,1145	0,6775	0,2619	2,3075	2,9210

TABELLA VII

Rapporto tra lunghezza (L) ed altezza massima misurata avanti alla pinna ventrale (al)

Indice	♂	♀	Totale
5,5-5,9	2	7	9
6,0-6,4	17	21	38
6,5-6,9	33	15	48
7,0-7,4	10	4	14
7,5-7,9	1	—	1
	63	47	110

TABELLA VIII

Media del rapporto $\frac{L}{al}$

	♂	♀	Totale
<i>n</i>	63	47	110
<i>m</i>	6,62	6,37	6,51
<i>σ</i>	0,374	0,412	0,374
<i>EP m</i>	0,031	0,040	0,023
<i>Fl m</i>	0,155	0,200	0,115

TABELLA IX

Medie del rapporto $\frac{L}{al}$

	Lago Verde			Ganzirri (Dulzetto 1947)			Faro (Dulzetto 1947)			Simeto (Dulzetto 1940)		Golfo di Catania (Dulzetto 1940)	
	♂	♀	♂ e ♀	♂	♀	♂ e ♀	♂	♀	♂ e ♀	♂	♀	♂	♀
<i>n</i>	63	47	110	49	57	106	46	54	100	174	98	152	148
<i>m</i>	6,62	6,37	6,51	6,82	6,77	6,79	6,40	6,66	6,54	7,27	7,07	7,04	6,96
<i>σ</i>	0,374	0,412	0,374	0,3969	0,4234	0,4127	0,4115	0,433	0,431	0,5756	0,5509	0,4137	0,4326
<i>EP m</i>	0,031	0,040	0,023	0,0382	0,0377	0,2703	0,0408	0,0397	0,0290	0,0290	0,0370	0,0222	0,0242

TABELLA X

rapporto tra lunghezza (L) e distanza
dell'estremità del muso ed il bordo
posteriore dell'opercolo (t)

Indice	♂	♀	Totale
1-3,79	3	1	4
3,79-4,39	4	4	8
4,39-5,99	11	9	20
5,99-7,59	34	18	52
7,59-9,19	7	10	17
9,19-10,79	1	5	6
10,79-12,39	3	—	3
	63	47	110

TABELLA XI

Media del rapporto $\frac{L}{t}$
(indice cefalico)

	♂	♀	Totale
n	73	47	110
m	4,03	4,05	4,04
σ	0,118	0,114	0,118
EPm	0,0094	0,0107	0,0074
FLm	0,0470	0,055	0,0370

TABELLA XII

Medie del rapporto $\frac{L}{t}$ (indice cefalico)

	Lago Verde		Ganzirri (Dulzetto 1947)		Faro (Dulzetto 1947)		Simeto (Dulzetto 1947)		Golfo di Catania (Dulzetto 1940)	
	♂	♀	♂	♀	♂ e ♀	♂	♀	♂ e ♀	♂	♀
n	63	47	49	57	106	46	54	100	152	148
m	4,03	4,05	4,03	4,02	4,02	4,21	4,26	4,24	4,69	4,73
σ	0,118	0,114	0,1999	0,1666	0,1803	0,1415	0,1501	0,148	0,1347	0,4871
EPm	0,0094	0,0107	0,0192	0,0148	0,0118	0,0140	0,0137	0,0099	0,0073	0,0270
FLm	0,0470	0,0535	0,0960	0,0740	0,0590	0,0700	0,0685	0,0495	0,0365	0,1350

TABELLA XIII

Rapporto tra lunghezza laterale (t) e
lunghezza superiore della testa (oc)

Indice	♂	♀	Totale
1,25-1,29	2	3	5
1,30-1,34	13	12	25
1,35-1,39	28	15	43
1,40-1,44	17	12	29
1,45-1,49	3	4	7
1,50-1,54	—	1	1
	63	47	110

TABELLA XIV

Media del rapporto $\frac{t}{oc}$

	♂	♀	Totale
n	63	47	110
m	1,37	1,37	1,37
σ	0,041	0,055	0,046
EP m	0,0034	0,0053	0,0026
Fl m	0,0170	0,0265	0,0130

TABELLA XV

Medie del rapporto $\frac{t}{oc}$

	Lago Verde		Ganzirri (Dulzetto 1947)			Faro (Dulzetto 1947)		Simeto (Dulzetto 1940)		Golfo di Catania (Dulzetto 1940)	
	♂	♀	♂	♀	♂ e ♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀
n	63	47	49	57	106	46	54	174	98	152	148
m	1,37	1,37	1,45	1,45	1,45	1,45	1,48	1,49	1,50	1,55	1,57
σ	0,041	0,055	0,0673	0,0632	0,0651	0,0623	0,0572	0,058	0,057	0,052	0,052
EP m	0,0034	0,0053	0,0064	0,0056	0,0042	0,0061	0,0052	0,00296	0,00388	0,00285	0,00288
Fl m	0,0170	0,0265	0,0320	0,0280	0,0210	0,0305	0,0260	0,0148	0,0194	0,01425	0,01440

TABELLA XVI

Rapporto tra lunghezza laterale della testa (t) e lunghezza della mandibola inferiore (md)

Indici	♂	♀	Totale
1,25-1,29	7	6	13
1,30-1,34	17	18	35
1,35-1,39	19	9	28
1,40-1,44	14	14	28
1,45-1,49	5	—	5
1,50-1,54	1	—	1
	63	47	110

TABELLA XVII

Media del rapporto $\frac{t}{md}$

	♂	♀	Totale
	63	47	110
<i>m</i>	1,36	1,35	1,36
<i>σ</i>	0,055	0,047	0,052
<i>EP m</i>	0,0046	0,0045	0,0030
<i>Fl m</i>	0,0230	0,0225	0,0150

TABELLA XVIII

Medie del rapporto $\frac{t}{md}$

	Lago Verde			Ganzirri (Dulzetto 1947)			Faro (Dulzetto 1947)			Simeto (Dulzetto 1940)		Golfo di Catania (Dulzetto 1940)	
	♂	♀	♂ e ♀	♂	♀	♂ e ♀	♂	♀	♂ e ♀	♂	♀	♂	♀
<i>n</i>	63	47	110	49	57	106	46	54	100	174	98	152	148
<i>m</i>	1,36	1,35	1,36	1,56	1,57	1,56	1,59	1,59	1,59	1,60	1,59	1,63	1,61
<i>σ</i>	0,055	0,047	0,052	0,0763	0,0876	0,0829	0,0943	0,0862	0,0840	0,066	0,056	0,053	0,050
<i>EP m</i>	0,0046	0,0045	0,0030	0,0073	0,0078	0,0054	0,0093	0,0117	0,0005	0,0033	0,0038	0,0029	0,0027
<i>Fl m</i>	0,0230	0,0225	0,0150	0,0365	0,0390	0,0270	0,0465	0,0585	0,0025	0,0165	0,0190	0,0145	0,0135

TABELLA XIX

Diametro orizzontale dell'occhio (o)

Diametro mm.	♂	♀	Totale
3	2	2	4
4	59	38	97
5	2	7	9
	63	47	110

TABELLA XX

*Diametro orizzontale dell'occhio (o)
per cento*

Diametro mm.	Per cento
3	3,64
4	88,18
5	8,18

TABELLA XXI

Media di o

	♂	♀	Totale
<i>n</i>	63	47	110
<i>m</i>	4,00	4,10	4,04
<i>σ</i>	0,251	0,424	0,339
<i>EP m</i>	0,0213	0,0416	0,0217
<i>Fl m</i>	0,1065	0,2080	0,1085

TABELLA XXII

Medie di (O)

	Lago Verde		Ganzirri (Dulzetto 1947)		Faro (Dulzetto 1947)		Simeto (Dulzetto 1940)		Golfo di Catania (Dulzetto 1940)	
	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀
<i>n</i>	63	47	49	57	46	54	174	98	152	148
<i>m</i>	4,00	4,10	4,75	4,54	5,02	5,11	6,48	6,63	7,90	7,95
<i>σ</i>	0,251	0,424	0,4300	0,5515	0,2889	0,3684	0,63	0,61	0,53	0,56
<i>EP m</i>	0,0213	0,0416	0,0414	0,0492	0,0250	0,0337	0,0322	0,0415	0,0293	0,031
<i>Fl m</i>	0,1065	0,2080	0,2070	0,2460	0,1250	0,1685	0,1610	0,2075	0,1465	0,0155

TABELLA XXIII

Rapporto tra lunghezza laterale della testa (t) e diametro orizzontale dell'occhio (o)

Indice	♂	♀	Totale
2,4-2,8	2	4	6
2,9-3,3	53	37	90
3,4-3,8	8	6	14
	63	47	110

TABELLA XXIV

Medie del rapporto $\frac{t}{o}$

	♂	♀	Totale
n	63	47	110
m	3,14	3,12	3,13
σ	0,191	0,229	0,209
EP m	0,0161	0,0225	0,0134
Fl m	0,0805	0,1125	0,0670

TABELLA XXV

Media del rapporto $\frac{t}{o}$

	Lago Verde			Ganzirri (Dulzetto 1947)			Faro (Dulzetto 1947)			Simeto (Dulzetto 1940)		Golfo di Catania (Dulzetto 1940)	
	♂	♀	♂ e ♀	♂	♀	♂ e ♀	♂	♀	♂ e ♀	♂	♀	♂	♀
n	63	47	110	49	57	106	46	54	100	272	—	300	—
m	3,14	3,12	3,13	3,45	3,45	3,45	3,50	3,53	3,52	3,43	—	3,67	—
σ	0,191	0,229	0,209	0,2516	0,2890	0,2716	0,2851	0,3043	0,2950	0,2805	—	0,2313	—
EP m	0,161	0,0225	0,0135	0,0422	0,0257	0,0177	0,0283	0,0279	0,0198	0,0114	—	0,0087	—
Fl m	0,0805	0,1125	0,0670	0,1210	0,1285	0,0885	0,1415	0,1395	0,0390	0,0570	—	0,0435	—

TABELLA XXVI

Distanza tra l'estremità del muso e l'origine della pinna dorsale in per cento della lunghezza totale esclusa la caudale

Indice	♂	♀	Totale
46,5-46,9	1	1	2
77,0-47,4	—	2	2
47,5-47,9	3	1	4
48,0-48,4	—	—	—
48,5-48,9	4	6	10
49,0-49,4	2	—	2
49,5-49,9	—	—	—
50,0-50,4	18	11	29
50,5-50,9	1	—	1
51,0-51,4	18	12	30
51,5-51,9	—	—	—
52,0-52,4	11	9	20
52,5-52,9	—	1	1
53,0-53,4	5	4	9
	63	47	110

TABELLA XXVII

Media delle distanze tra l'estremità del muso e l'origine della pinna dorsale in per cento della lunghezza totale, esclusa la caudale

	♂	♀	Totale
<i>n</i>	63	47	110
<i>m</i>	50,77	50,70	50,74
<i>σ</i>	1,425	1,653	1,526
<i>EP m</i>	0,1207	0,1625	0,0978
<i>El m</i>	0,6035	0,8125	0,4890

TABELLA XXVIII

Medie della distanza tra l'estremità del muso e l'origine della pinna dorsale, in per cento della lunghezza totale, esclusa la caudale

	Lago Verde			Ganzirri (Dulzetto 1947)			Faro (Dulzetto 1947)			Simeio (Dulzetto 1940)			Golfo di Catania (Dulzetto 1940)		
	♂	♀	♂ e ♀	♂	♀	♂ e ♀	♂	♀	♂ e ♀	♂	♀		♂	♀	
<i>n</i>	63	47	110	49	57	106	46	54	100	174	98		152	148	
<i>m</i>	50,77	50,70	50,74	50,44	50,52	50,48	49,84	50,11	50,00	50,82	50,97		49,79	49,85	
<i>σ</i>	1,425	1,653	1,526	1,4505	1,6770	1,5558	0,9446	1,2684	1,1380	1,32	1,23		1,0667	0,9984	
<i>EP m</i>	0,1207	0,1625	0,0978	0,1397	0,1498	0,1019	0,0938	0,1164	0,0797	0,0675	0,0838		0,0556	0,0553	
<i>Fl m</i>	0,6035	0,8125	0,4890	0,6985	0,7490	0,5095	0,4690	0,5820	0,3835	0,3375	0,4190		0,2780	0,2765	

TABELLA XXIX

Numero dei raggi della pinna dorsale

Numero dei raggi	♂	♀	Totale
13	10	9	19
14	47	29	76
15	6	9	15
	63	47	110

TABELLA XXX

Numero dei raggi della pinna dorsale
in per cento

Numero dei raggi	Per cento
13	17,27
14	69,09
15	13,64

TABELLA XXXI

Media di rd

	♂	♀	Totale
<i>n</i>	63	47	110
<i>m</i>	13,93	14,00	13,96
<i>σ</i>	0,4898	0,0616	0,5565
<i>EP m</i>	0,0411	0,0053	0,0357
<i>Fl m</i>	0,2055	0,0265	0,1785

TABELLA XXXII

Media di rd

	Lago Verde			Ganzirri (Dulzetto 1947)			Faro (Dulzetto 1947)			Simeto (Dulzetto 1947)			Golfo di Catania (Dulzetto 1940)		
	♂	♀	♂ e ♀	♂	♀	♂ e ♀	♂	♀	♂ e ♀	♂	♀	♂ e ♀	♂	♀	♂ e ♀
<i>n</i>	63	47	110	49	57	106	46	54	100	174	98	152	148		
<i>m</i>	13,93	14,00	13,96	13,24	13,33	13,29	13,32	13,33	13,33	14,68	14,58	14,42	14,45		
<i>σ</i>	0,4898	0,0616	0,5565	0,4751	0,5407	0,5129	0,6274	0,6382	0,6330	0,46	0,49	0,506	0,511		
<i>EP m</i>	0,0411	0,0053	0,0357	0,0457	0,0482	0,0335	0,0623	0,0582	0,0426	0,0235	0,0333	0,0277	0,0283		
<i>Fl m</i>	0,2055	0,0265	0,1785	0,2285	0,2410	0,1675	0,3115	0,2425	0,2130	0,1175	0,1665	0,1385	0,1415		

TABELLA XXXIII

Lunghezza della pinna dorsale (d)

Lunghezza mm.	♂	♀	Totale
5	5	1	6
6	44	31	75
7	14	15	29
	63	47	110

TABELLA XXXIV

*Lunghezza della pinna dorsale
in per cento*

Lunghezza mm.	Per cento
5	5,45
6	68,19
7	26,36

TABELLA XXXV

Media di d

	♂	♀	Totale
<i>n</i>	63	47	110
<i>m</i>	6,14	6,29	6,12
<i>σ</i>	0,4049	0,4062	0,5310
<i>EP m</i>	0,0337	0,0397	0,0337
<i>Fl m</i>	0,1685	0,1985	0,1685

TABELLA XXXVI

Medie di d

	Lago Verde			Ganzirri (Dulzetto 1947)			Faro (Dulzetto 1947)			Stimeto (Dulzetto 1940)			Golfo di Catania (Dulzetto 1940)		
	♂	♀	♂ e ♀	♂	♀	♂ e ♀	♂	♀	♂ e ♀	♂	♀	♂ e ♀	♂	♀	♂ e ♀
<i>n</i>	63	47	110	49	57	106	46	54	100	174	98	152	152	148	148
<i>m</i>	6,14	6,29	6,12	9,02	9,00	9,00	9,91	10,07	10	12,56	12,98	15,46	15,46	15,55	15,55
<i>σ</i>	0,4049	0,4062	0,5310	0,9791	0,9911	0,9857	0,4580	0,7347	0,6060	1,17	1,11	1,36	1,36	1,74	1,74
<i>EP m</i>	0,0337	0,0397	0,0337	0,0942	0,0884	0,0645	0,0455	0,1137	0,0408	0,0598	0,0756	0,0746	0,0746	0,0964	0,0964
<i>Fl m</i>	0,1685	0,1985	0,1685	0,4710	0,4420	0,3225	0,2975	0,5685	0,2940	0,2900	0,3780	0,3780	0,3780	0,4890	0,4890

TABELLA XXXVII

Numero dei raggi della pinna pettorale sinistra (r p)

	♂	♀	Totale
13	1	—	1
14	12	2	14
15	35	38	73
16	15	6	21
17	—	1	1
	73	47	110

TABELLA XXXVIII

Numero dei raggi della pinna pettorale sinistra per cento

Numero dei raggi	Per cento
13	0,90
14	12,73
15	66,37
16	19,10
17	0,90

TABELLA XXXIX

Media di rp

	♂	♀	Totale
n	63	47	110
m	15,01	15,12	15,06
σ	0,7011	0,4809	0,6212
EP m	0,0593	0,0472	0,0397
Fl m	0,2965	0,2360	0,1985

TABELLA XL

Medie di rp

	Lago Verde		Ganzirri (Dulzetto 1947)		Faro (Dulzetto 1947)		Simeò (Dulzetto 1940)		Golfo di Catania (Dulzetto 1940)	
	♂	♀	♂	♀	♂ e ♀	♂	♀	♂	♀	♂
n	63	47	49	57	106	46	54	174	98	152
m	15,01	15,12	14,22	14,12	14,16	13,84	14,22	14,61	14,75	15,30
σ	0,7011	0,4809	0,6473	0,7271	0,6997	0,6583	0,8314	0,81	0,67	0,65
EP m	0,0593	0,0472	0,0623	0,0649	0,0457	0,0654	0,0762	0,0414	0,0456	0,0360
Fl m	0,2965	0,2360	0,3115	0,3245	0,2285	0,3270	0,3810	0,2070	0,2280	0,1803

TABELLA XLI

Distanza tra l'estremità del muso e l'origine delle pinne ventrali in per cento della lunghezza totale esclusa la caudale

Indice	♂	♀	Totale
43-43,9	1	—	1
44-44,9	5	6	11
45-45,9	14	9	23
46-46,9	21	21	42
47-47,9	16	7	23
48-48,0	5	2	7
49-49,9	—	1	1
50-50,9	1	1	2
	63	47	110

TABELLA XLII

Media della distanza tra l'estremità del muso e l'origine delle pinne ventrali in per cento della lunghezza totale esclusa la caudale

	♂	♀	Totale
<i>n</i>	63	47	110
<i>m</i>	46,64	46,43	46,50
<i>σ</i>	1,2267	1,2409	1,2357
<i>El m</i>	0,1038	0,1220	0,0789
<i>Fl m</i>	0,5190	0,6100	0,3945

TABELLA XLIII

Medie della distanza tra l'estremità del muso e l'origine delle pinne ventrali in per cento della lunghezza totale esclusa la caudale

	Lago Verde		Ganzirri (Dulzetto 1947)		Faro (Dulzetto 1947)		Simeto (Dulzetto 1940)		Golfo di Catania (Dulzetto 1940)	
	♂	♀	♂	♀	♂ e ♀	♂	♀	♂	♀	♂
<i>n</i>	63	47	49	57	106	46	54	174	98	152
<i>m</i>	46,64	46,43	49,40	49,22	49,30	48,23	48,50	47,19	46,98	45,03
<i>σ</i>	1,2267	1,2409	1,6777	1,5976	1,6221	1,3816	1,4065	1,69	1,61	1,10
<i>EP m</i>	0,1038	0,1220	0,1616	0,1433	0,1060	0,1373	0,1281	0,0804	0,1097	0,0685
<i>Fl m</i>	0,5190	0,6100	0,8080	0,7165	0,5300	0,6865	0,6405	0,4320	0,5485	0,3425

TABELLA XLIV

Distanza tra l'estremità del muso e l'origine della pinna anale in per cento della lunghezza totale esclusa la caudale

Indice	♂	♀	Totale
1-61,9	—	1	1
62-62,9	—	—	—
63-63,9	1	2	3
64-64,9	4	4	8
65-65,9	13	13	26
66-66,9	16	12	28
67-67,9	10	5	15
68-68,9	18	9	27
69-69,9	1	1	2
	63	47	110

TABELLA XLV

Media delle distanze tra l'estremità del muso e l'origine della pinna anale in per cento della lunghezza totale esclusa la caudale

	♂	♀	Totale
<i>n</i>	63	47	110
<i>m</i>	66,89	66,37	66,67
<i>σ</i>	1,3747	1,6056	1,5003
<i>EP m</i>	0,1166	0,1578	0,0964
<i>FL m</i>	0,5830	0,7890	0,4820

TABELLA XLVI

Medie delle distanze tra l'estremità del muso e l'origine della pinna anale in per cento della lunghezza totale esclusa la caudale

	Lago Verde		Ganzirri (Dulzetio 1947)		Faro (Dulzetio 1947)		Simeto (Dulzetio 1949)		Golfo di Catania (Dulzetio 1940)	
	♂	♀	♂ e ♀	♂	♀	♂ e ♀	♂	♀	♂	♀
<i>n</i>	63	47	110	49	57	106	46	54	152	148
<i>n</i>	66,89	66,37	66,67	69,10	69,16	69,13	67,34	67,48	66,66	66,98
<i>σ</i>	1,3747	1,6056	1,5003	1,6849	1,7143	1,7010	1,5351	1,5391	1,31	1,46
<i>EP m</i>	0,1166	0,1578	0,0964	0,1623	0,1535	0,1121	0,1526	0,1412	0,0719	0,0809
<i>FL m</i>	0,5830	0,7890	0,4820	0,8115	0,7675	0,5605	0,7630	0,7060	0,3595	0,4045

TABELLA XLVII

Numero dei raggi della pinna anale
(r a)

Numero dei raggi	♂	♀	Totale
15	6	3	9
16	22	16	38
17	15	10	25
18	16	14	30
19	4	4	8
	63	47	110

TABELLA XLVIII

Numero dei raggi della pinna anale
in per cento

Numero dei raggi	Per cento
15	8,18
16	34,55
17	22,73
18	27,27
19	7,27

TABELLA XLIX

Media di ra

	♂	♀	♂ e ♀
	63	47	110
<i>m</i>	16,87	17,00	16,90
σ	1,4845	0,9591	1,1081
<i>EP m</i>	0,1254	0,0537	0,0708
<i>Fl m</i>	0,6270	0,4685	0,5440

TABELLA L

Medie di ra

	Lago Verde		Ganzirri (Dulzetto 1947)		Faro (Dulzetto 1940)		Simeto (Dulzetto 1940)		Golfo di Catania (Dulzetto 1940)	
	♂	♀	♂ e ♀		♂	♀	♂	♀	♂	♀
<i>n</i>	63	47	110	49	40	54	174	98	152	148
<i>m</i>	16,87	17,00	16,90	16,04	16,08	16,37	17,00	17,00	17,00	16,96
σ	1,4845	0,9591	1,1081	0,6047	0,7170	0,7267	—	—	0,1622	0,2149
<i>EP m</i>	0,1254	0,0937	0,0708	0,0582	0,0712	0,0667	—	—	0,0088	0,0119
<i>Fl m</i>	0,6270	0,4685	0,5440	0,2910	0,3560	0,3335	—	—	0,0440	0,0595

lunghezza della pinna anale (a)

lunghezza mm	♂	♀	Totale
5	3	1	4
6	7	7	14
7	20	16	36
8	27	11	38
9	6	12	18
	63	47	110

TABELLA LII

Media di a

	♂	♀	Totale
n	63	47	110
m	7,41	7,55	7,47
σ	0,9695	1,0871	1,0237
EP m	0,0836	0,1065	0,0654
Fl m	0,4180	0,5325	0,3270

TABELLA LIII

Medie di a

	Lago Verde			Ganzirri (Dulzetto 1947)			Faro (Dulzetto 1947)			Simeto (Dulzetto 1940)		Golfo di Catania (Dulzetto 1940)	
	♂	♀	♂ e ♀	♂	♀	♂ e ♀	♂	♀	♂ e ♀	♂	♀	♂	♀
n	63	47	110	49	57	106	46	54	100	174	98	152	148
m	7,41	7,55	7,47	10,36	10,14	10,25	11,08	11,27	11,19	13,55	13,04	17,41	18,10
σ	0,9695	1,0871	1,0237	0,9411	1,0163	0,9493	0,6861	1,1125	0,495	1,36	0,0695	1,53	1,49
EP m	0,0836	0,1065	0,0654	0,0906	0,0907	0,0621	0,0681	0,1020	0,0637	1,10	0,0749	0,8001	0,0781
Fl m	0,4180	0,5325	0,3270	0,4530	0,4535	0,3105	0,3405	0,5100	0,3185	0,3475	0,3745	0,40005	0,3905

TABELLA LIV

Rapporto tra lunghezza totale, esclusa la caudale (1) e distanza tra l'estremità del muso e il bordo anteriore dell'ano (1 an)

Indice	♂	♀	Totale
1,50-1,54	25	18	43
1,55-1,59	28	18	46
1,60-1,64	10	8	18
1,65-1,69	—	3	3
	63	47	110

TABELLA LV

Medie di $\frac{1}{lan}$

	♂	♀	Totale
<i>n</i>	63	47	110
<i>m</i>	1,55	1,56	1,56
<i>σ</i>	0,0360	0,0447	0,0943
<i>EP m</i>	0,0026	0,0040	0,0053
<i>Fl m</i>	0,0130	0,0200	0,0265

TABELLA LVI

Medie di $\frac{1}{lan}$

	Lago Verde		Gaozirri (Dulzetto 1947)		Faro (Dulzetto 1947)		Simeto (Dulzetto 1940)		Golfo di Catania (Dulzetto)	
	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀
<i>n</i>	63	47	49	57	46	54	174	98	152	148
<i>m</i>	1,55	1,56	1,52	1,53	1,54	1,53	1,54	1,53	1,54	1,53
<i>σ</i>	0,0360	0,0447	0,0794	0,0494	0,0405	0,0358	0,038	0,034	0,0315	0,03
<i>EP m</i>	0,0026	0,0040	0,0076	0,0043	0,0039	0,0052	0,0194	0,0023	0,0016	0,0016

TABELLA LVII

Rapporto tra lunghezza totale (L)
distanza tra l'estremità del muso e
inserzione del raggio medio della
caudale (l)

Indici	♂	♀	Totale
1,07	—	1	1
1,08	—	1	1
1,09	—	—	—
1,10	—	—	—
1,11	—	—	—
1,12	1	—	1
1,13	—	—	—
1,14	2	1	3
1,15	—	—	—
1,16	2	3	5
1,17	2	—	2
1,18	5	7	12
1,19	8	6	14
1,20	17	17	34
1,21	11	4	15
1,22	10	4	14
1,23	3	2	5
1,24	1	1	2
1,25	—	—	—
1,26	1	—	1
	63	47	110

TABELLA LVIII

Media del rapporto $\frac{L}{l}$

	♂	♀	Totale
<i>n</i>	63	47	110
<i>m</i>	1,19	1,18	1,19
σ	0,0244	0,0316	0,0244
<i>EP m</i>	0,0020	0,0026	0,0013
<i>Fl m</i>	0,0100	0,0130	0,0065

TABELLA LIX

Medie del rapporto $\frac{L}{l}$

	Lago Verde			Simeto (Dulzetto 1940)		Golfo di Catania (Dulzetto 1940)	
	♂	♀	♂ e ♀	♂	♀	♂	♀
<i>n</i>	63	47	110	174	98	152	148
<i>m</i>	1,19	1,18	1,19	1,16	1,16	1,14	1,14
σ	0,0244	0,0316	0,0244	0,018	0,022	0,014	0,015
<i>EP m</i>	0,0020	0,0026	0,0013	0,0009	0,0014	0,0007	0,0008
<i>Fl m</i>	0,0100	0,0130	0,0065	0,0045	0,0070	0,0039	0,0042

TABELLA LX

Numero delle vertebre (V)

Indici	♂	♀	Totale
40	3	2	5
41	7	4	11
42	15	12	27
43	25	15	40
44	10	11	21
45	3	3	6
	63	47	110

TABELLA LXI

Media di V

	♂	♀	Totale
<i>n</i>	63	47	110
<i>m</i>	42,65	42,82	42,71
<i>σ</i>	1,1558	1,1963	1,6074
<i>EP m</i>	0,0978	0,1173	0,1031
<i>El m</i>	0,4890	0,5865	0,5155

TABELLA LXII

Numero delle vertebre in per cento

Numero delle vertebre	Per cento
40	4,55
41	10,00
42	24,55
43	36,36
44	19,09
45	5,45

TABELLA LXIII

Medie di V

	Lago Verde			Ganzirri (Dulzetto 1947)			Faro (Dulzetto 1947)			Simeto (Dulzetto 1940)			Golfo di Catania (Dulzetto 1940)		
	♂	♀	♂ e ♀	♂	♀	♂ e ♀	♂	♀	♂ e ♀	♂	♀	♂ e ♀	♂	♀	♂ e ♀
<i>n</i>	63	47	110	43	46	89	46	54	100	174	98	272	152	148	300
<i>m</i>	42,65	42,82	42,71	42,83	42,71	42,77	43,32	43,05	43,18	45,12	45,11	45,11	45,77	45,81	45,79
<i>σ</i>	1,1558	1,1963	1,6074	1,0327	0,9478	0,9916	0,9792	0,8259	0,909	0,80	0,69	0,69	0,74	0,66	0,7085
<i>EP m</i>	0,0978	0,1173	0,1031	0,0994	0,0942	0,0649	0,1443	0,0757	0,0613	0,0409	0,047	0,0282	0,0407	0,037	0,0269
<i>El m</i>	0,4890	0,5865	0,5155	0,4970	0,4710	0,3245	0,7215	0,3785	0,3065	0,2045	0,235	0,141	0,2035	0,1815	0,1345

TABELLA LXIV

Medie delle vertebre con arco emale aperto (V a)
e chiuso (V c)

numero complessivo delle vertebre	V a	V c	♂	♀
40	23	17	3	2
41	$\left\{ \begin{array}{l} 23 \\ 24 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 18 \\ 17 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 5 \\ 2 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 2 \\ 2 \end{array} \right.$
42	$\left\{ \begin{array}{l} 23 \\ 24 \\ 25 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 19 \\ 18 \\ 17 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 4 \\ 19 \\ 1 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 4 \\ 7 \\ 1 \end{array} \right.$
43	$\left\{ \begin{array}{l} 23 \\ 24 \\ 25 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 20 \\ 19 \\ 18 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 2 \\ 17 \\ 6 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 2 \\ 10 \\ 3 \end{array} \right.$
44	$\left\{ \begin{array}{l} 24 \\ 25 \\ 26 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 20 \\ 19 \\ 18 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 4 \\ 6 \\ - \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 4 \\ 6 \\ 1 \end{array} \right.$
45	$\left\{ \begin{array}{l} 24 \\ 25 \\ 26 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 21 \\ 20 \\ 19 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 1 \\ 1 \\ 1 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 1 \\ 1 \\ 1 \end{array} \right.$
			63	47

TABELLA LXV

Medie delle vertebre con arco emale aperto e con arco emale chiuso

	♂	e	♀	♂	e	♀
n	63		47	63		47
m	24,03		24,10	18,61		18,70
σ	0,711		0,774	0,861		0,920
EP m	0,0600		0,0755	0,0728		0,1003
Fl m	0,3000		0,3775	0,3640		0,5015

TABELLA LXVI

Medie delle vertebre con arco emale e con arco emale chiuso

	Lago Verde				Simeto (Dulzetto 1940)				Golfo di Catania (Dulzetto 1940)			
	V a		V c		V a		V c		V a		V c	
	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀
n	63	47	63	47	174	98	174	98	152	148	152	148
m	24,03	24,10	18,61	18,70	25,91	25,86	19,20	19,25	26,56	26,57	19,21	19,24
σ	0,711	0,774	0,861	0,920	0,741	0,755	0,405	0,435	0,521	0,626	0,444	0,059
EP m	0,0600	0,0755	0,0728	0,1003	0,0378	0,0514	0,0207	0,0296	0,0285	0,0347	0,0242	0,0254
Fl m	0,3000	0,3775	0,3640	0,5015	0,1890	0,2570	0,1035	0,1480	0,1425	0,1735	0,1210	0,1270

Diametri delle uova di Engraulis di diverse località

Località	Diametro maggiore	Diametro minore	Media dei due diametri	Rapporto	Autore
Lago Faro	1,0 -1,15	0,46-0,61	1,08-0,53	2,0	Dulzetto
Lago Ganzirri	0,99-1,20	0,52-0,65	1,09-0,58	1,95	Dulzetto
Lago Verde	1,09-1,63	0,58-0,84	1,36-0,71	1,91	Scuderi
Golfo di Napoli	1,15-1,25	0,50-0,55	1,20-0,52	2,30	Raffaële
Zuidersee	—	—	1,60-0,92	1,74	Dietz (maggio)
Zuidersee	—	—	1,37-0,83	1,65	Dietz (luglio)
Mare del Nord	1,3 - 1,9	0,70-1,20	1,60-0,95	1,70	Ehrenbaum

IL CARICO BIOLOGICO CONVOGLIATO ALLE ACQUE DELLE FONTI DEL CLITUNNO ⁽¹⁾

FRANCESCO S. GIANOTTI - MARIA V. DI GIOVANNI

ISTITUTO DI IDROBIOLOGIA E PESCIOLTURA « G. B. GRASSI » DELL'UNIVERSITÀ DI PERUGIA
MONTE DEL LAGO SUL TRASIMENO

(DIRETTORE: PROF. G. P. MORETTI)

Cenno fisiografico sulle Fonti del Clitunno

Fra Spoleto e Foligno, a quota m. 225 (2), dove la via Flaminia corre addossata alle pendici del Monte Campello (m. 1135), al 137° chilometro da Roma, sorgono le limpide acque del Clitunno. Le fonti formano uno specchio di m. 405 di perimetro, della lunghezza di m. 115 in direzione est-ovest (fig. 1) e della larghezza di circa m. 100. La superficie totale è di m² 9.800. Il bacino è contornato da altissimi pioppi tremuli e da salici piangenti presenti anche in un'isoletta prativa (fig. 1-I) che, un po' addossata alla sponda destra, è unita ad essa da un ponticello in cemento (tav. I, foto 1-2).

Le acque giungono al Clitunno da un complesso sistema sorgivo formato da numerose vene scaturenti ai piedi della roccia sottostante alla via Flaminia (fig. 1-a), da molti ruscelletti a breve corso che, esordendo ciascuno da una sorgente (fig. 1-b), solcano la verde sponda settentrionale prima di gettarsi nel laghetto ed ancora da alcuni occhi di fonte presenti nella sponda meridionale, quasi del tutto invasi da canneto (fig. 1-c).

L'apporto maggiore di acque proviene però da numerose e profonde polle che si aprono sul fondo del bacino sotto forma di caratteristici crateri entro i quali, per la eccezionale trasparenza, si può scorgere nitidamente una fitta compagine di vegetazione subacquea (fig. 2; tav. I, fot. 3). La profondità del bacino varia da pochi centimetri lungo le sponde a m. 4-4,50 in fondo ai crateri (3); ma verso ovest, dove questi ultimi sono meno frequenti, essa si aggira sul metro (fig. 2). In questa zona il fondo è più limaccioso, i ruscelletti tributari vanno scomparendo, la sponda destra, dopo un'ampia insenatura, si avvicina a quella di sinistra e la massa d'acqua viene convogliata in parte

(1) Una parte del presente lavoro ha formato l'oggetto della tesi di laurea di uno di noi (M. V. Di Giovanni), conseguita presso l'università di Perugia nel febbraio del 1957 con voti assoluti e lode e giudicata meritevole di pubblicazione.

(2) Le quote segnate sugli edifici lungo la strada non corrispondono a quelle riportate dalla guida del Touring, alla quale noi abbiamo fatto riferimento.

(3) Scaccini indica profondità molto maggiori, fino a m. 15, ma noi non abbiamo registrato mai valori così elevati.

nel canale sfioratore regolato da griglia e diretto verso sud-ovest (fig. 1. in parte nel fiume Clitunno (tav. I, fot. 4), che attraverso il Timia, il Topir il Chiascio si congiunge al Tevere presso Torgiano (fig. 3).

Le Fonti del Clitunno sono un esempio di sorgente di sfioramento livello idrostatico e fuoriescono nel punto in cui il calcare del Lias inferiore nel quale si trovano immagazzinate, interseca la superficie del terreno (fig. 1).

Il crenotopo del Clitunno e la sua produttività biologica

Il complesso sorgivo è costituito da sedi reocreniche, limnocreniche, elocreniche, ma la nota dominante è rappresentata da ambienti dei primi due tipi.

La temperatura dell'acqua è sensibilmente uniforme e si aggira sulla media di C° 12 nel corso dell'anno (fig. 5).

Le acque si mantengono limpide ed il fondo è dilavato dal loro continuo filtrare; solo in sponda sinistra si hanno terreni sortumosi rivestiti da canne e pozze non interessate dalla corrente.

I ruscelli sorgivi che sgorgano sul pendio pratoso della riva destra sono subito veloci, trasparentissimi e con fondo di ghiaia e ciottoli tersi. Il bacino di raccolta del Clitunno è invece formato da un ampio specchio d'acqua attraverso il quale il fondo traspare dapprima costituito da pietre e ciottoli e poi, man mano, con l'aumentare della profondità, da sabbia e limo riccamente rivestiti di vegetazione acquatica. La profondità è sempre più elevata in prossimità del centro, dove si intravedono i ripidi crateri sorgivi precedentemente indicati.

Il crenotopo è quindi un complesso di sedi lotiche all'estremo meridionale e di sedi lentiche nel settore centrale. A nord-ovest, dove lo sfioratore convoglia le acque eccedenti, la *facies* sorgiva è pressochè estinta. Lo studio della vita fonticola trova in questo ambiente larga messe di informazioni. Nel complesso il Clitunno ripete alcuni tratti fisionomici delle fonti del Lago di Ninfa recentemente studiato da E. Stella. (29).

Della fauna planctonica del Clitunno si è occupato diversi anni fa lo Scuderi (25) e Moretti (16) ha tracciato successivamente uno schizzo del cenobio biontico.

Questo studio propostoci dal Prof. G. P. Moretti, condotto sotto la sua costante e illuminata guida per l'impostazione generale e l'interpretazione dei fenomeni, ha avuto invece per oggetto quello che viene chiamato il *carico biologico* delle fonti. Si è voluto cioè vedere se un sistema sorgivo di una certa portata fosse in grado di produrre un gettito di materiale biotico specifico e quindi dotato di peculiare fisionomia fonticola.

Baldi e Moretti avevano dimostrato che il carico biologico convogliato dalle acque correnti risulta essere una commistione di materiale prodotto *in situ* e di detrito trasportato dal fluire delle acque per un tratto più

no lungo. Poteva essere interessante tentare una distinzione tra *facies* protettiva e *facies* di semplice convogliamento in questo esteso sistema di stagni; a ciò abbiamo più precisamente mirato in questo studio.

Le stazioni di raccolta e la tecnica di ricerca

Per campionare correttamente il carico biologico del Clitunno si è adottato il procedimento della impostazione di un retino tipo Apstein nel filone laterale di corrente, subito sotto la superficie, anche per evitare contatti o sconvolgimenti di vegetazione subacquea e rigurgiti.

È stato impiegato un retino quantitativo di *plankton*, con imboccatura di cm. 11, della lunghezza totale di cm. 57 e con tre cerchi calibratori.

Si è preferito retinare con seta fina (1600 fili per cm²) in considerazione della ipotetica esiguità dello zoocario e della più probabile produttività in carico. Il retino veniva lasciato *in situ* per la durata di 30 minuti e si agiva in modo da favorire la completa distensione del dispositivo mediante l'impiego di bastoni e di cordicelle opportunamente tese (tav. I, foto 5-6).

Il materiale raccolto veniva esaminato prima a fresco e poi ancora dopo fissazione in formalina commerciale.

Lo specchio d'acqua, l'inclinazione delle scaturigini e l'andamento generale del deflusso ci hanno indotto a scegliere due punti di reperi atti a qualificare ecologicamente le due *facies* del bacino: quella tipicamente sorgiva e quella di convogliamento della massa idrica. Il primo è risultato coincidere col ponticello che collega l'isolotto alla sponda destra (fig. 1-K-quadretto nero); il secondo venne a corrispondere al termine dello specchio, dove le acque cominciano a defluire incanalate nel largo fosso sfioratore che prende nome di fiume Clitunno (fig. 1-E-quadretto nero). Tale distinzione del campionamento è stata ritenuta necessaria proprio per differenziare la fase iniziale dalla fase finale della produzione del carico biologico. Non è stata ritenuta confacente allo scopo del presente lavoro l'impostazione di un altro punto di raccolta a monte di quello situato dirimpetto all'isola, dato che i ruscelletti sorgivi, che confluiscono a formare il settore iniziale dello specchio d'acqua, non producono un carico biologico significativo nè per consistenza, nè per composizione.

La prima stazione (K nelle tabelle e nella fig. 1), corrisponde inoltre al sorgivo del bacino, rappresentato però sia dalla confluenza dei ruscelletti, sia dall'apporto delle prime polle; il fondo vi risulta abbastanza terso, costituito di minuta ghiaia, con scarso limo e rivestito da una vegetazione alta con cauli stipati, là con ciuffi brevi e distanziati (tav. I, fot. 7). Le idrofiti di rivestimento sono eminentemente rappresentate da *Berula angustifolia* Koch., *Potamogeton densa* L., *P. natans* L.

La larghezza del corso d'acqua sormontato dal ponticello in corrispondenza del punto in cui veniva effettuata la raccolta del carico biologico è di m. 5,40; la profondità massima di cm. 35 in corrispondenza del punto di impostazione del retino.

La seconda stazione (*E* nelle tabelle e nella fig. 1), oltre che coincide con l'inizio del convogliamento delle acque che defluiscono con corrente sempre più marcata nello sfioratore, rappresenta la fine di qualsiasi episodio sorgivo, e, come tale, esprime la *facies* del vero e proprio carico biologico globalmente prodotto dal sistema del Clitunno.

Benchè la corrente sia divenuta più sensibile, il fondo è qui limaccioso a causa dell'aumentata profondità e della estinzione del dilavamento del fondo ad opera dei fenomeni sorgivi. Ma una fitta vegetazione fluente di *Vallisneria spiralis* L., *Sparganium* sp. e *Potamogeton natans* L. (tav. I, fot. 8), forma una compagine ondulante nello spessore dell'acqua, per modo che l'impostazione del retino esige particolare attenzione tecnica. Qui il canale sfioratore è di m. 10 di larghezza e la profondità massima tocca il metro in corrispondenza del punto di impostazione del retino.

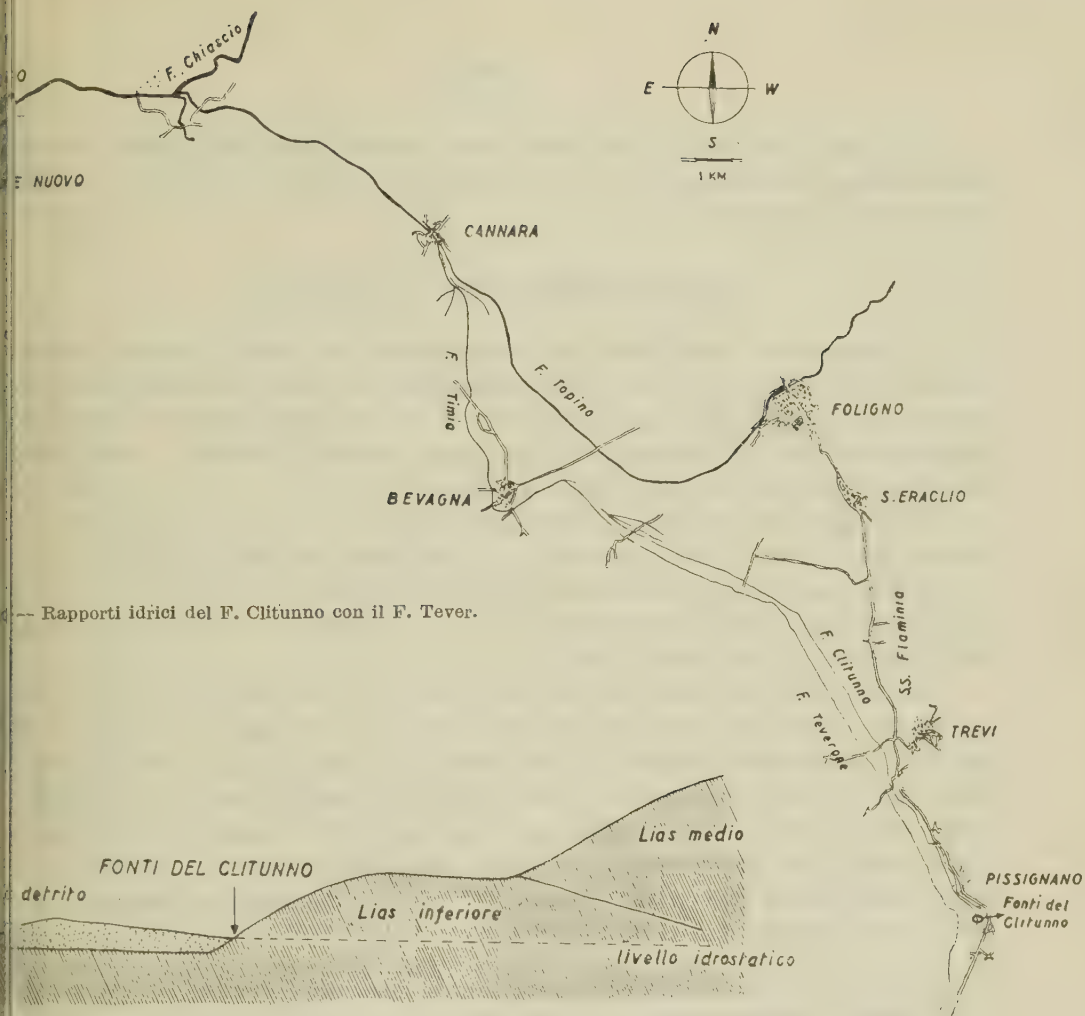
In ambedue le stazioni l'acqua è trasparentissima sì che il fondo è sempre nettamente visibile (tav. II, fot. 1).

È bene rilevare che in primavera viene consuetamente eseguito un disboscamento totale della vegetazione subacquea poichè questa, sviluppandosi in eccesso, impedisce il regolare deflusso delle acque e, giungendo in superficie, rompe l'incanto del rispecchio e dei giuochi di luce per i quali Clitunno va tanto rinomato.

Come si vedrà in seguito questa distruzione delle idrofite incide in maniera ben evidente sulla produttività biologica del bacino.

I sopralluoghi sono stati effettuati regolarmente ogni mese, negli anni 1956-1957 da una primavera all'altra, solo nel mese di agosto non si è potuto provvedere alla consueta raccolta. Per colmare, in un certo modo, questa lacuna, si è provveduto ad assumere reperti nell'agosto dell'anno successivo. In ciascun sopralluogo e per ambedue le stazioni venivano presi dati sulla temperatura e raccolti campioni per la misurazione del contenuto di ossigeno, della durezza e della concentrazione idrogenionica, con il precipuo intento di seguire l'avvicendamento stagionale del bacino sorgivo nelle sue più dirette espressioni fisico-chimiche.

La temperatura dell'acqua veniva assunta sia con termometro a sifone al $\frac{1}{2}$ grado, sia con la bottiglia di Ruttner. La velocità di corrente era computata con mulinello contagiri. Il pH era valutato con cartine per idrimetro e controllato in laboratorio con comparatore colorimetrico. Il grado idrotimetrico ha costituito una valutazione di difficile interpretazione, avendo le acque del Clitunno fornito due valori di durezza fra loro molto discosti a seconda che la misurazione veniva effettuata con il sistema Boutron-Boudet con il procedimento complessometrico. Nel primo caso la formazione di schiuma persistente si aveva, in misura però non del tutto convincente, attorno ad un numero che era esattamente la metà di quello che si otteneva col procedimento complessometrico. Dato che le flocculazioni ed opalescenze si venivano a formare con frequenza nella bottiglietta del Boutron, si è ritenuto opportuno non prestare fede a questo procedimento, per preferirne quello molto più convincente del viraggio di colore.



Disegno in sezione delle Sorgenti del Clitunno (modificato dallo schema del Lotti).



Temperatura della superficie nei vari distretti del bacino: 20-5-58 (Fonti del Clitunno)

Si spiega così come lo Scaccini abbia avuto valori di durezza che sono quasi esattamente la metà di quelli qui espressi. Tali valori sono riportati nel lavoro del Moretti.

Valutazione dei reperti ambientali (1)

Il bilancio dei valori ecologici messi insieme da marzo a marzo degli anni 1956-57, e qui esposti in forma diagrammatica, consente di trarre alcune interessanti considerazioni la cui validità è determinata dal fatto che le ore della giornata dedicate alla raccolta dei dati erano sempre le stesse e coincidevano con le ore centrali e quindi più luminose.

Il minimo di temperatura dell'aria è stato di $+ 3^{\circ}$ nel febbraio 1956 mentre il massimo è stato toccato nel luglio 1956 con $+ 31^{\circ}$ (fig. 6).

Il minimo di temperatura dell'acqua ha pure coinciso con il mese di febbraio 1957 con $^{\circ}\text{C} 11,9$ al « ponticello », ma il massimo è stato invece in maggio con $^{\circ}\text{C} 12,8$ all'« emissario » (fig. 7).

Mentre l'aria ha subito oscillazioni almeno di 28° , l'acqua non ha dunque mai avuto escursioni termiche superiori a $9/10$ di centigrado. Va notato però che tale oscillazione termica si è verificata nel solo tratto terminale del bacino, dove il fenomeno sorgivo può dirsi praticamente estinto e l'induzione della temperatura dell'aria raggiunge i massimi effetti termici. Nel settore centrale, dove le acque mantengono la loro fisionomia reocrenica, le fluttuazioni della temperatura nel corso dell'anno si sono dimostrate estremamente esigue avendo variato da un minimo invernale di $^{\circ}\text{C} 11,9$ ad un massimo estivo

(1) Dalle considerazioni qui esposte sono esclusi i dati reperiti nell'agosto del 1957, che meritano di essere riassunti in questa nota.

Il campionamento del mese di agosto, non effettuato nel 1956, è stato compiuto per controllo orientativo nell'agosto 1957, poichè si riteneva poterne dedurre elementi indicativi sulla produttività del sistema in confronto con la situazione del mese precedente e del mese successivo. L'ambiente però è risultato molto modificato rispetto a quello che presumibilmente si aveva nel mese corrispondente dell'anno prima, a causa di un diserbamento subacqueo compiuto con maggiore dovizia e regolarità in virtù delle disponibilità di un natante non esistente nel 1956.

I valori fisico-chimici rilevati in questo sopralluogo non sembrano potersi inserire correttamente, o per lo meno in modo logico, nel diagramma ottenuto con i valori del 1956. In particolare, si nota che il contenuto in ossigeno ha subito, tanto nelle acque del settore sorgivo, quanto in quelle dello sfioratore, un netto incremento che si allaccerebbe al grafico con due cuspidi interposte lungo il profilo discendente che si andava accennando tra luglio e settembre dell'anno 1956. Cionondimeno la percentuale del valore di saturazione si mantiene fedelmente a quote di netta sottosaturazione. A spiegare questo impulso del tasso di ossigeno, pari a $64,71\%$ al ponticello e a $66,41\%$ allo sfioratore, possono essere invocate essenzialmente due concause: le raffiche di vento spirante contro corrente, da un lato e la minore profondità dell'acqua, dall'altro. Ondosità e più intensa illuminazione delle idrofite dovute alla magra potrebbero concorrere a determinare il più alto contenuto in O_2 del Clitunno ad agosto. La elevata temperatura dell'aria in questo sopralluogo ($36,5$) avrebbe dovuto determinarsi in un sia pur modico aumento termico delle acque del bacino. Ciò in realtà non si è verificato, sempre per via della ben nota inerzia termica della massa liquida che non giunge in tempo a riscaldarsi nell'ambiente del bacino sorgivo.

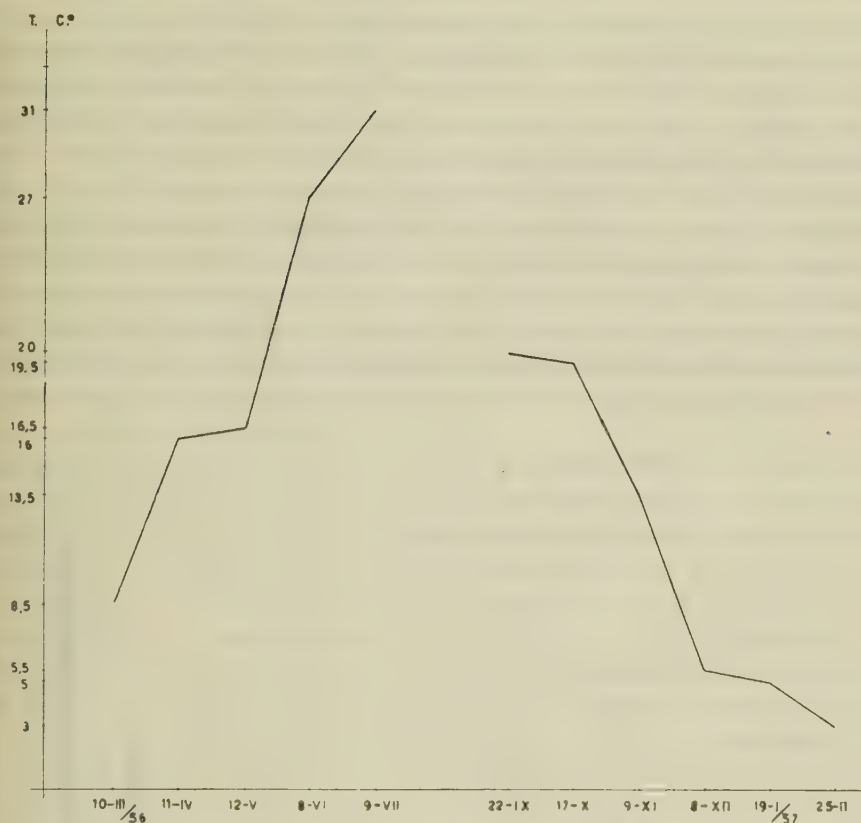


FIG. 6 — Diagramma dei valori termici dell'aria (Fonti del Clitunno 1956-57).

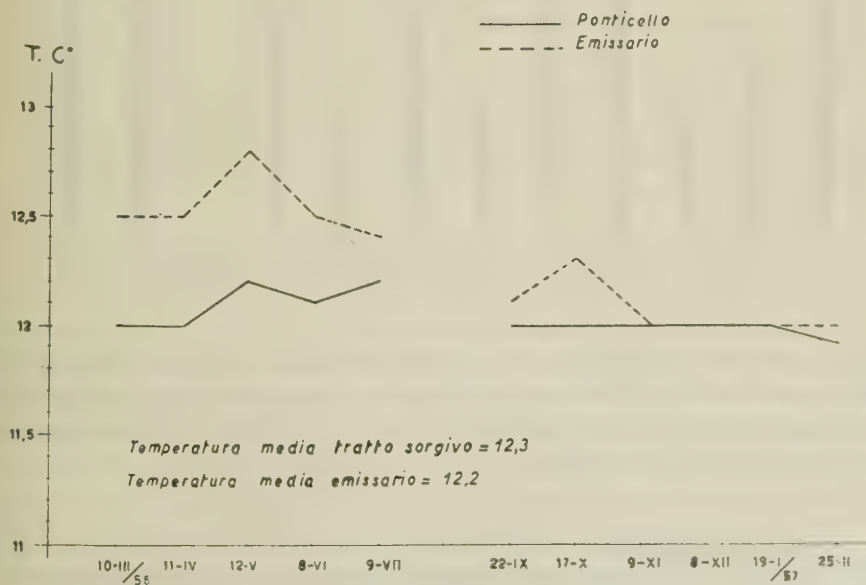


FIG. 7 — Diagramma dei valori termici dell'acqua (Fonti del Clitunno 1956-57).

di C° 12,2 (fig. 5). Il grafico della temperatura dell'acqua mette in evidenza il massimo incremento termico in maggio. Sarebbe stato logico attendersi il massimo in giugno o nei mesi estivi più caldi, ma l'apparente anomalia è agevolmente risolta dalla considerazione che questo aumento di temperatura coincide con la fine del diserbamento e quindi con la massima esposizione della massa d'acqua e del fondo al diretto irraggiamento solare.

Passando ora a considerare il fattore corrente, deduzioni sulla velocità media e sui massimi e minimi di deflusso d'acqua non si prestano a considerazioni generali, dato che l'acqua trascorre con diverse velocità nei vari punti della sezione del letto, non solo, ma anche in rapporto alle variazioni di portata e soprattutto in dipendenza della invasione delle idrofite infestanti. Anche il vento, quando spira molto forte contro corrente, ostacola in modo

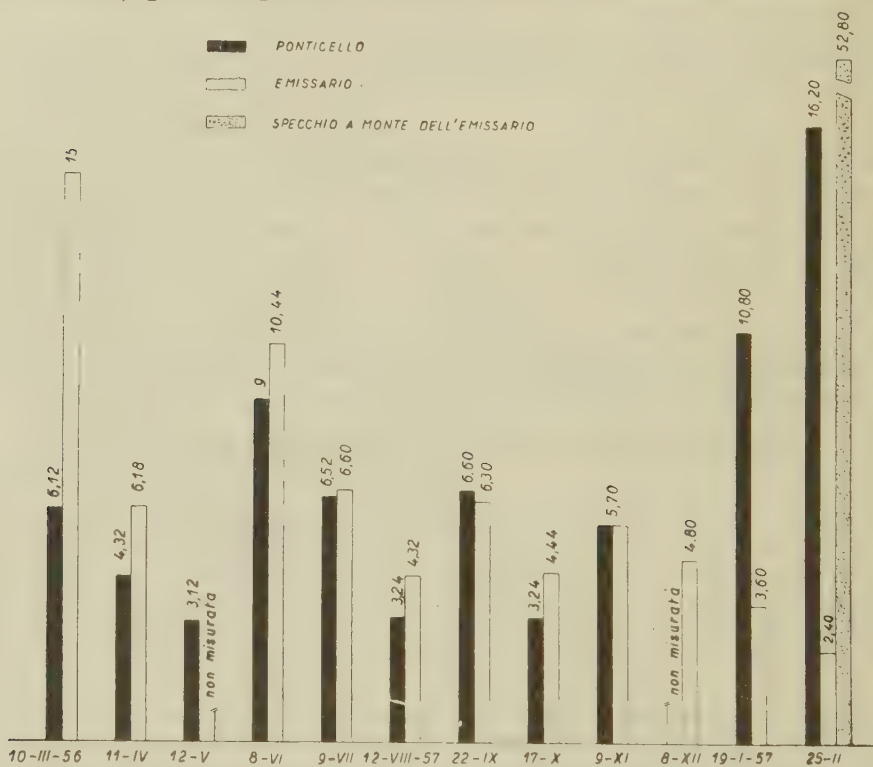


FIG. 8 — Variazioni della velocità di corrente nelle due stazioni: m al minuto primo.
(Fonti del Clitunno)

sensibile il trascorrere delle acque di superficie. E infine il fluire dell'acqua talvolta è così debole che il correntometro non è in grado di registrarla. Malgrado queste considerazioni si può attribuire alle acque del Clitunno una velocità media annua di m. 6-7 al minuto primo al « ponticello » e di m. 10-11 all'« emissario » (fig. 8) (1).

(1) Misurazioni estemporanee hanno fornito, nel filone centrale, in superficie valori massimi compresi fra m. 17,5 e m. 52,80 al minuto primo. Nel secondo caso trattasi di deflusso di eccezionale intensità indotti dal governo delle chiuse.

Il tasso di ossigeno disciolto nelle acque del Clitunno denuncia in maniera vincente la fisionomia crenica dell'ambiente. Infatti, in nessun periodo dell'anno, nè al « ponticello », nè all'« emissario », vien mai raggiunto il valore di saturazione (fig. 9). Sulla media totale le acque del Clitunno dispongono, nel corso dell'annata di un valore di ossigeno che si aggira attorno al 60% rispetto al valore di saturazione. Dunque il biotopo è veramente eucrenico, in quanto le acque che scaturiscono dalla falda freatica sono di norma sottopure. Ma di particolare interesse è il fatto che, a dispetto della ingente vegetazione acquatica che ricopre il fondo e le sponde del bacino, non venga mai toccato il valore di equilibrio di gas disciolto; anzi il divario è sempre estremamente marcato. Questo dimostra che il fenomeno sorgivo non è localizzato nel settore posto a monte, ma si estende a tutta la conca, interessando l'intero bacino fino quasi all'emissario.

L'esame delle cifre riferentisi all'ossigeno testimonia altresì che un certo incremento di gas deve essere riconosciuto alla fotosintesi se si vuole spiegare il passaggio dalla media di 55,28% di ossigeno disciolto nel tratto facente capo al ponticello, alla media di 65,09% allo sfioratore. Non si ritiene invece di grande momento l'importanza del mescolamento dell'aria con l'acqua, dato che la profondità va aumentando dal « ponticello » all'« emissario ».

Non sono state messe in evidenza variazioni mensili abbastanza significative della quantità di ossigeno disciolto. Le modeste variazioni che sono state verificate in occasione dei vari sopralluoghi, rientrano nel moderato giuoco di una contenuta fotosintesi e di una variabilità del coefficiente di deflusso.

Solo a cavallo tra la fine di marzo e il principio dell'aprile si nota in tutto il bacino un reale incremento del tasso di ossigeno disciolto, sì che nella prima decade di aprile si raggiunge il massimo del per cento dei valori di saturazione con 7,08 mgr. di ossigeno per litro al « ponticello » e con 8,14 mgr. all'« emissario »; rispettivamente a 66,78% e a 77,59% del valore di saturazione. Se si tiene conto del fatto che in questo mese si ha il massimo di rigoglio primaverile delle idrofite, che verranno falciate alla fine dello stesso mese di aprile, riesce facile e probabilmente corretto attribuire ai processi clorofilliani l'incremento osservato. A comprova di ciò sussiste la flessione improvvisa del tasso di ossigeno disciolto in evidenza nel sopralluogo immediatamente successivo del mese di maggio.

Nel corso dell'anno la concentrazione idrogenionica si aggira sui valori più prossimi alla neutralità, con pH medio di 7,1 al « ponticello » e di 7,0 all'« emissario » (fig. 10). Non si hanno oscillazioni molto marcate se non nel periodo corrispondente al massimo sviluppo delle idrofite in cui si possono osservare fluttuazioni abbastanza rilevanti in breve volger di tempo.

È interessante segnalare che le oscillazioni del pH si manifestano contemporaneamente in tutto il bacino e non sono vincolate a determinati settori: quando la concentrazione idrogenionica si abbassa al tratto sorgivo, essa cresce contemporaneamente in corrispondenza dell'emissario.

Il Clitunno si qualifica per una elevatissima durezza che si aggira in media a 42,6 gr. fr. (fig. 11).

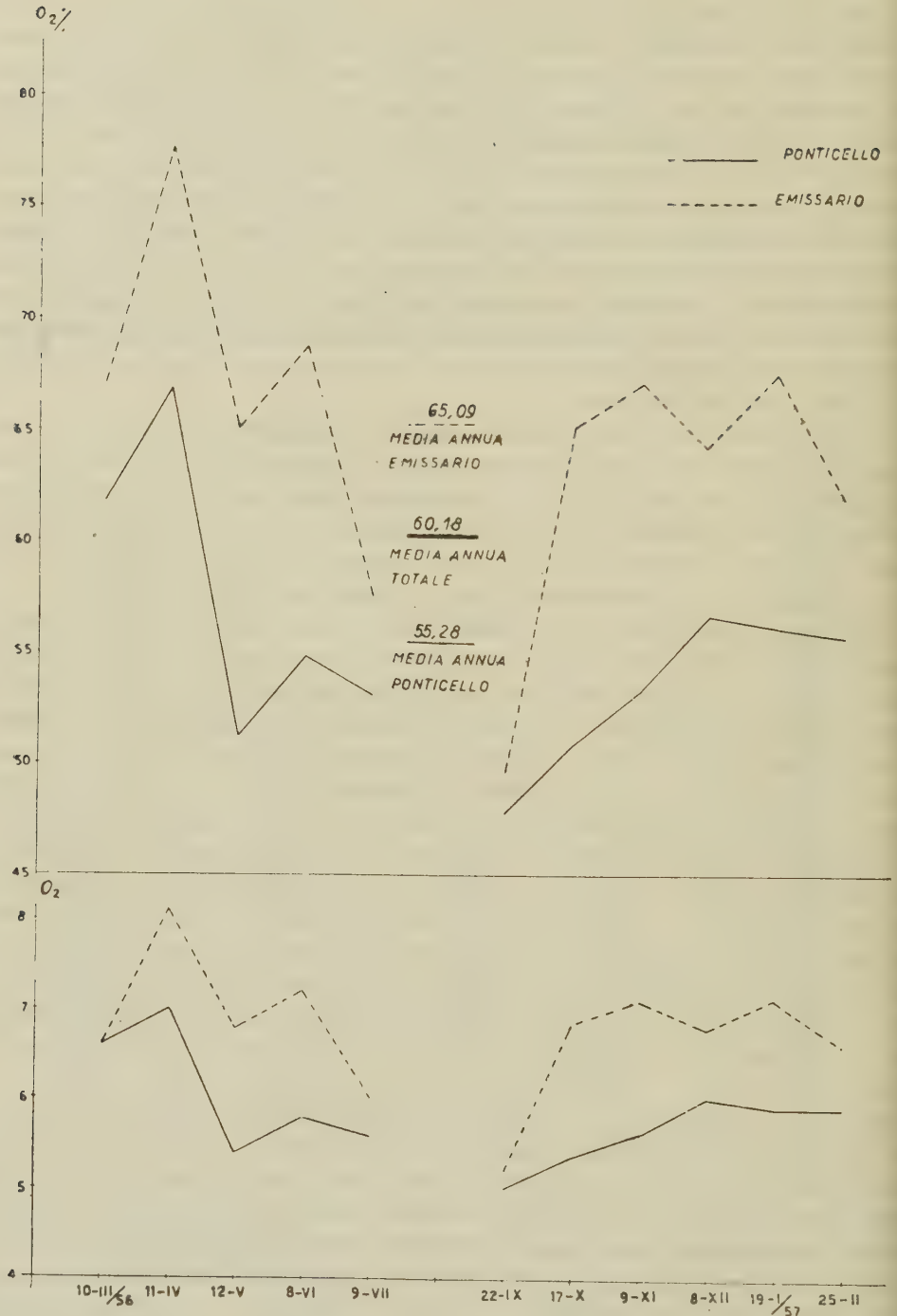


FIG. 9 — Diagramma del contenuto in ossigeno.
Sotto: valori registrati in mgr/l; Sopra: in percentuali dei valori di saturazione (Fonti del Clitunno).

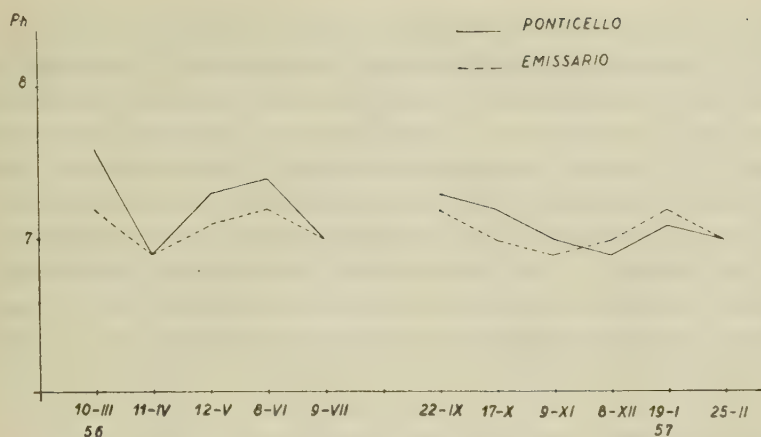


FIG. 10 — Diagramma delle variazioni della concentrazione idrogenionica dell'acqua (Fonti del Clitunno 1956-57)

Durezza Gr. Fr.

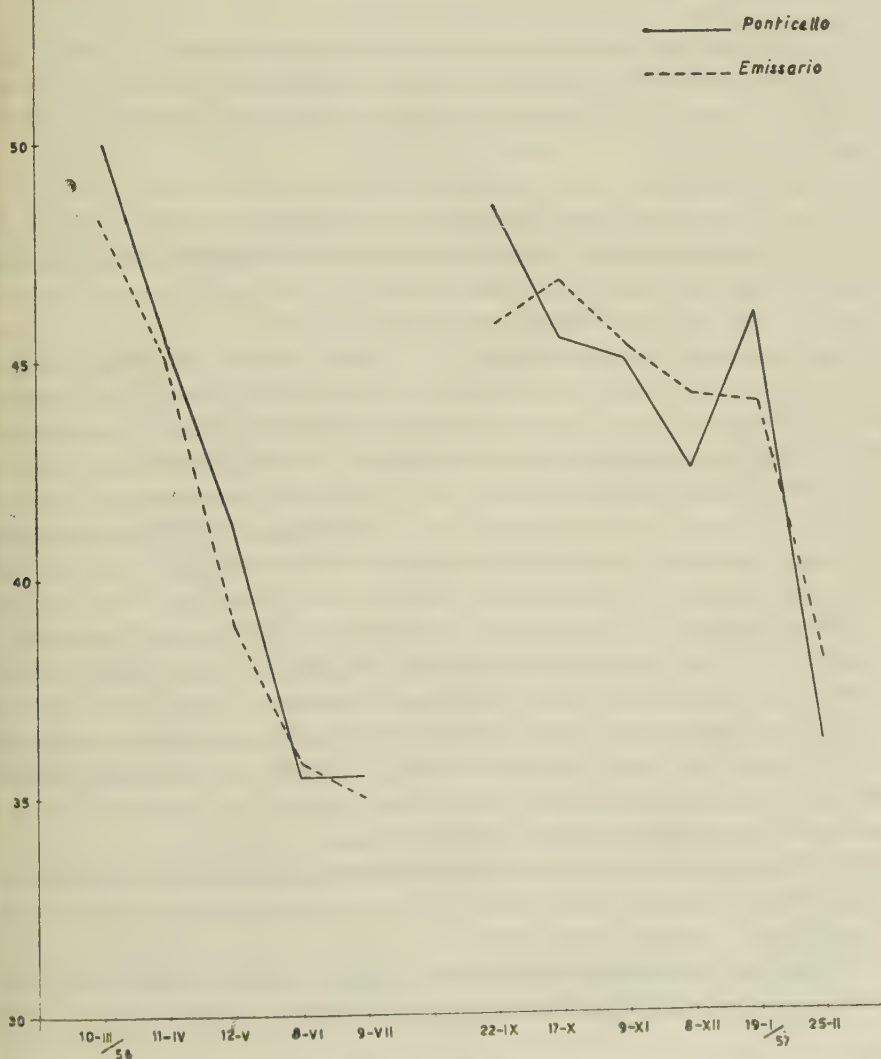


FIG. 11 — Diagramma della durezza totale: metodo idrotimetrico «C. Erba» (Fonti del Clitunno 1956-57).

Diversamente da quanto avviene per il contenuto di ossigeno, che aumen- sensibilmente dalla zona sorgiva a quella dell'emissario, la durezza totale ne si rivela palesemente condizionata dalla presenza della vegetazione. I due va- lori idrotimetrici corrispondenti al ponticello e all'emissario sono troppo vic- tra loro perchè si possano scoprire meccanismi di precipitazione o di soluzio- di sali di calcio governati dai processi fotosintetici. Probabilmente questo da attribuirsi al fluire copioso e continuo delle acque. Si avvertono inve- oscillazioni dei predetti valori nei diversi sopraluoghi, cosicchè la relati- costanza media del grado idrotimetrico nei due punti del bacino, non è acco- pagnata da altrettanta omogeneità nei vari mesi dell'anno.

Il carico biologico

a) FITOCARICO (tabella 1^a).

La determinazione delle specie algali che compongono la quota vegeta- del carico biologico è frutto della collaborazione gentilmente offertaci d- prof. Vittorio Marchesoni, direttore dell'Istituto Botanico dell'Università- Camerino.

Ci è caro ringraziare qui vivamente il prof. Marchesoni.

La quota algale del carico biologico del Clitunno costituisce la parte ne- tamente preponderante del materiale vivente convogliato; in altri termi- il fitocarico domina nettamente sullo zoocarico, sia per numero di specie e- per quantità di individui e di colonie.

La produttività del bacino a livello della componente fitoplanctica no- è omogenea, pur essendo relativamente monotona. Le entità sistematic- presenti non sono in vero particolarmente numerose, ma la rappresentan- delle bacillariofite è senza dubbio, e come ci si poteva attendere, consistente. Si può asserire che il carico biologico del Clitunno si compone essenzialmen- di Diatomee. Queste, pur mostrando una moltiplicazione abbastanza costant- lasciano intravedere un accenno al consueto alternarsi di periodi di fioritu- e di soste moltiplicative. Ciò ha la sua importanza ecologica, perchè costituis- valida testimonianza dell'esistenza di una ciclicità nella fioritura delle Di- tomee anche in sede fonticola termostabile. Malgrado l'estrema costanza del- oscillazioni termiche, le acque del Clitunno mettono in evidenza un accen- ad un maggiore incremento bacillariofitico per tradire poi in altri due perio- un certo decremento. Salvo rare eccezioni, il periodo di fioritura delle Diat- mee va dalla tarda primavera all'autunno, mentre nei mesi invernali si l- una notevole diminuzione della produttività.

Fra le Diatomee particolare menzione merita il *Campylodiscus noricus* El- var. *hibernica* Grun. (tav. II, foto 2). in quanto con la sua costante pr- senza qualifica le acque del Clitunno.

Se è vero che la componente bacillariofitica costituisce il grosso del cari- biologico algale, è altrettanto vero che una buona rappresentanza di Clor-

La figura sempre nel materiale convogliato dal Clitunno; soprattutto *Spirogyra* e *Zygnema* sono presenti con elevate aliquote dal luglio al febbraio, tanto da riempire il campo del microscopio, con una singolare scomparsa nel mese di ottobre.

La componente reofila costituisce il nerbo del carico biologico; si tratta di un'associazione di copertura del fondo che, sviluppandosi in grande quantità, finisce al deflusso continui contingenti di convogliamento che il retino raccoglie, evidenziando l'importanza di questa fornitura di origine bentica, epilittica ed epifittica. *Nostoc*, *Fragilaria*, *Diatoma*, *Nitzschia sigmoidea* W. Sm., *Synechococcus* Ehr., *Campyodiscus noricus*, *Surirella* sp., *Melosira varians* C. A. Moore, e *M. arenaria* Moore, *Draparnaldia* incappano nel retino, non perchè facciano parte di un mondo planctonico sfiorato dall'emissario, ma in quanto vengono asportate nella loro fioritura massima dai substrati sui quali si sviluppano.

È quindi ragionevolmente corretto dedurre che una sorgente, dotata di sufficiente profondità e di massa d'acqua abbastanza imponente, rivela minime quote del mondo euplanctico o pelagico in qualunque momento dell'anno, arricchite da un apporto alloctono che la corrente si incarica di distribuire a valle. Se non si ha a che fare con esponenti eurofili veri e propri è tuttavia riconoscibile un prevalere di termini che amano le acque correnti, limpide e non eccessivamente oscillanti di livello.

Il carico biologico del Clitunno è dunque composto essenzialmente di Diatomee, Cloroficee e Coniugate filamentose che figurano in quantità costantemente elevata con punte massime corrispondenti alle epoche di fioritura e con incrementi modesti che coincidono con un periodo di stasi moltiplicativa. È interessante che si sia potuto mettere in evidenza come, anche in un biotopo dotato di assoluta stabilità termica, si vengano a determinare fasi di moltiplicazione e di produttività di tipo ciclico.

Un evidente sfasamento mostrano al contrario le Cloroficee che si fanno molto più copiose nella stagione estiva e autunno-vernina, quando alcune Diatomee scemano di numero.

Il giudizio di Marchesoni sul carico biologico del Clitunno è, in sostanza, seguente:

gli esami mensili alle due stazioni mettono in evidenza una forte analogia di composizione del consorzio algologico, mentre spesso differiscono molto le quantità. La stazione a monte « ponticello » è sempre più povera della stazione a valle « emissario » (tav. II, fot. 3-4), ma in ogni saggio è sempre maggiormente ricca di grosse Diatomee del detrito di fondo. Le alghe classificate nelle due stazioni non appartengono mai alla stessa *facies*. È presente un complesso di alghe appartenenti ad una *facies* di detrito di fondo, un certo numero di alghe filamentose viventi natanti o semisommerse ed una *facies* dipendente da queste ultime, quando sono morte, che è formata esclusivamente da Diatomee epifite.

Solo nel saggio dell'8 giugno vi è un accenno ad una certa produzione di *fitoplancton* per la presenza di *Ceratium hirundinella* O. Fr. M. e

TERMINI RICORRENTI	10 marzo 1956		11 aprile		12 maggio		8 giugno	
	K	E	K	E	K	E	K	E
CYANOPHYCEAE								
<i>Lyngbya Martensiana</i> Menegh.....								
<i>Oscillatoria brevis</i> Kütz								
<i>Oscillatoria formosa</i> Bory	○							
<i>Merismopedia punctata</i> Meyen	○							○○
<i>Nostoc</i> sp.							○	
PERIDINEAE								
<i>Peridinium</i> sp.					○	○		
<i>Ceratium hirundinella</i> O. Fr. M. ...							○○	
CHRY SOPHYCEAE								
<i>Dinobryon sociale</i> Ehrenberg					○			○
DIATOMEAE								
<i>Melosira arenaria</i> Moore	○○	○○○	○○	○○	○○	○○○	○○○	○○○
<i>Melosira varians</i> C. A. Ag.	○○	○○○	○	○○○		○○		○○
<i>Cyclotella Meneghiniana</i> Kütz					○			○○○○
<i>Cyclotella Kutzingiana</i> Thw.								○○○
<i>Diatoma hiemale</i> Heiberg v. <i>mesodon</i> Grun.	○							○○
<i>Diatoma vulgare</i> Bory						○○		
<i>Diatoma elongatum</i> Ag.							○	○○
<i>Fragilaria construens</i> Grun.		○○						○○
<i>Fragilaria pinnata</i> Ehr.								
<i>Fragilaria capucina</i> Desm.	○○	○○			○○○	○○	○○	○○○
<i>Synedra capitata</i> Ehr.								
<i>Synedra ulna</i> Ehr.	○○	○○	○	○○	○○		○○	○○○
<i>Eunotia praeurupta</i> Ehr.								
<i>Eunotia pectinalis</i> Rabh.								
<i>Eunotia arcus</i> Ehr.								
<i>Cocconeis placentula</i> Ehr.	○○	○○	○○	○	○		○○	○○○
<i>Cocconeis pediculus</i> Ehr.								
<i>Achnanthes exilis</i> Kütz								○○
<i>Achnanthes microcephala</i> Kütz								
<i>Achnanthes minutissima</i> Kütz		○○						○○
<i>Gyrosigma attenuatum</i> Rabh.	○						○	
<i>Gyrosigma acuminatum</i> Kütz				○	○	○		
<i>Neidium iridis</i> Cleve.....								
<i>Caloneis silicula</i> Cleve								
<i>Diploneis elliptica</i> Cleve								
<i>Diploneis puella</i> Cleve								
<i>Stauroneis anceps</i> Ehr.	○	○○						
<i>Navicula cuspidata</i> Kütz								
<i>Navicula cryptocephala</i> Kütz							○	○○
<i>Navicula radiosa</i> Kütz		○	○					○○
<i>Navicula dicephala</i> W. Sm.								○
<i>Navicula anglica</i> Ralfs								
<i>Navicula cincta</i> Kütz								
<i>Pinnularia gibba</i> Ehr. v. <i>parva</i> Grun.							○○	
<i>Pinnularia gibba</i> Ehr.						○○	○	
<i>Pinnularia mayor</i> Cleve				○		○		
<i>Amphora ovalis</i> Kütz	○	○			○			
<i>Cymbella amphicephala</i> Naeg.						○○		
<i>Cymbella naviculiformis</i> Anersw. ...								
<i>Cymbella cymbiformis</i> v. Heurek ...		○○					○	
<i>Cymbella affinis</i> Kütz.....						○○		○○○
<i>Cymbella parva</i> Cleve								
<i>Cymbella turgida</i> Cleve								

IL CLITUNNO

17 ottobre		9 novembre		8 dicembre		19 gennaio 1957		25 febbraio		12 agosto	
K	E	K	E	K	E	K	E	K	E	K	E
					○	○					
						○○	○			○○	
				○							
○○○○ ○○	○○○ ○○	○○	○○ ○	○○	○○ ○○	○○ ○○ ○○	○ ○○○	○○○ ○○○	○○○	○○	○ ○ ○○ ○○○
		○○	○○○			○		○○ ○○	○○○	○	
○○								○○	○○		○○
	○○○			○○		○	○○		○○○	○○ ○○ ○	○ ○ ○○○
	○○○○		○○	○	○○○	○○ ○ ○○		○○	○○○○	○○○○ ○○	○○○
	○○○			○	○○○	○○	○○	○○○	○○○	○○○	○○
					○○		○○	○		○○○	○○
					○			○		○○	○
					○			○ ○ ○		○○	○
	○	○				○	○○	○○ ○○		○○ ○○○	○
○ ○			○○ ○○		○○		○○	○○		○○○	○○

TERMINI RICORRENTI	10 marzo 1956		11 aprile		12 maggio		8 giugno	
	K	E	K	E	K	E	K	E
<i>Cymbella ventricosa</i> Kütz								OO
<i>Cymbella lanceolata</i> v. Heurck								
<i>Cymbella microcephala</i> Grun.								
<i>Gomphonema constrictum</i> Ehr.								
<i>Gomphonema intricatum</i> Kütz							O	OOO
<i>Gomphonema parvulum</i> Grun.		OO					OO	
<i>Gomphonema acuminatum</i> Ehr. v. Bre-								
bissonii Cleve								O
<i>Epithemia argus</i> Kütz					O			
<i>Denticula elegans</i> Kütz	O	O			O			
<i>Nitzschia sigmoidea</i> W. Sm.	O	O					O	
<i>Nitzschia palea</i> W. Sm.		OO						
<i>Nitzschia gracilis</i> Hantz								
<i>Nitzschia linearis</i> W. Sm.								
<i>Cymatopleura elliptica</i> W. Sm.			O		O		O	
<i>Cymatopleura solea</i> W. Sm.			O					O
<i>Surirella spiralis</i> Kütz						O		
<i>Surirella biseriata</i> Breb.							O	
<i>Surirella splendida</i> v. <i>hibernica</i> ...								
<i>Surirella elegans</i> Ehr.		O		O	OOO	O	O	
<i>Campylodiscus noricus</i> Ehr. v. <i>hiber-</i>								
nica Grun.	O	OO	O	OO	OOO	OOO	OO	O
<i>Tabellaria</i> sp.								OO
<i>Meridion circulare</i> v. Heurck								O
XANTHOPHYCEAE								
<i>Tribonema tenerrimum</i> Heering						OO		OOOO
<i>Tribonema bombycinum</i> D. et S. ...								
CLOROPHYCEAE								
<i>Volvox</i> sp.			OO				O	OO
<i>Draparnaldia glomerata</i> Ag.		O						OO
<i>Ulotrix zonata</i> Kütz								OO
<i>Ulotrix aequalis</i> Kütz								
<i>Ulotrix tenerrima</i> Kütz								
<i>Oedogonium</i> sp.	O							OO
<i>Scenedesmus quadricauda</i> Breb.							O	O
<i>Pediastrum integrum</i> Naeg							O	
<i>Pediastrum boryanum</i> Men.								
CONJUGATAE								
<i>Mougeotia</i> sp.							O	
<i>Mougeotia viridis</i> Wittr.							OO	
<i>Zygnema cruciatum</i> Ag.								
<i>Spirogyra</i> sp.		OO						OO
<i>Spirogyra affinis</i> Kütz								OO
<i>Closterium</i> sp.		O						
<i>Cosmarium botrytis</i> Men.								
<i>Staurastrum</i> sp.								

SPIEGAZIONI:

K = Ponticello; E = Emissario;

Scala di frequenza con numeri da 1 a 5 (1 = raro; 2 = sporadico; 3 = frequente; 4 = abbondante; 5 = d

Per le *Oedogoniales* e per le *Zygnematales* non si riporta per lo più il genere, perchè non si possono

EL CLITUNNO

17 ottobre		9 novembre		8 dicembre		10 gennaio 1957		25 febbraio		12 agosto	
K	E	K	E	K	E	K	E	K	E	K	E
OO OO OO			O			OO				OO	OO
										O	
O O		O			OO		O O	O	OO OO	O	O
O O						O	O O	O O	O	O	O
								OO O			
OOOO	OO	OOO	OO	O	O	OO	OO	OOO	OO	O	O
O						O			OOO		O
						O			O		
	O		O	OOO	OO OO	OO OO	OO	O			
		O	OOO		OO O						
O O									O		O
		OO	OOO				OO		OOO	OO	O
		OOO OO	OOOO OOOO	OO O	OOO OOO OO O	OO	OO OO OOO	OO OO	OOO OO OOOO	OOO OO	OO O

ettivamente di oogoni e zigoti.

delle due Clorococcali: *Scenedesmus quadricauda* Breb. e *Pediastrum integrum* Naeg.

Alla *facies* di fondo, caratterizzata da abbondante detrito e da sostanze organiche, appartengono le Diatomee di grandi dimensioni dei generi *Surirella*, *Campylodiscus*, *Cymatopleura*, *Nitzschia sigmoidea*, *Gyrosigma* (tav. I, fot. 5), *Pinnularia major* Cleve e la *Melosira varians* (tav. II, fot. 6), e *M. arenaria*.

Caratteristiche delle acque fredde sono: *Diatoma hiemale* Heiberg v. mesodon Grun., *Eunotia praerupta* Ehr., *Denticula elegans* Kutz., *Surirella spiralis* Kutz.

Le *Ulotrix* denotano ambienti fonticoli ad acque pure e ben aerate anche se sottosature di ossigeno.

Il fatto che si siano rinvenute contemporaneamente anche alcune Cianoficee quali *Merismopedia* (tav. II, fot. 7), *Lyngbya*, *Oscillatoria*, non contrasta con la presenza delle Ulotricali, poichè tali Cianoficee vivono o sul fondo ricco di sostanze organiche e mai in fermentazione per l'aerazione delle acque oppure su microambienti formati da piante in decomposizione.

Una distinzione in una *facies* crenica non è possibile per l'ubiquitarie delle Diatomee che si riscontrano ugualmente nei litorali e sui fondi dei laghi coperti di vegetazione (tale è il caso di *Melosira arenaria*, *Campylodiscus*, *Synedra ulna*, ecc.)

Tutta questa vita vegetale che scende a valle in seno alle acque fluenti risulta dispersa in un numero ben più imponente di detrito vegetale e minerale nonchè di spoglie di animali acquatici (tav. II, fot. 8). Tessuti corticali, frammenti di cauli, lembi fogliari e residui maceranti di una vegetazione subacquea e di idrofite, continuamente transitano nel filone centrale di corrente formando il nerbo strutturale del carico biologico (tav. III, fot. 1-2).

b) ZOOCARICO (tabella 2^a).

Il carico biologico nella sua componente zoica si differenzia immediatamente dal fitocarico per la estrema povertà dei suoi rappresentanti. Tale esiguità deve essere riguardata sia come numero di specie, sia come numero degli individui. Ma se si pone mente al fatto che si ha a che fare con un carico biologico di ambiente sorgivo di tipo reocrenico, le sparute rappresentanze del mondo animale si fanno invece consistenti aliquote in rapporto alla ben nota povertà di vita delle acque di scaturigine. È evidente che nell'elenco dei termini ricorrenti nello zoocarico, tutte le forme bentoniche che stanno fissate al substrato del fondo, non compaiono se non in via del tutto accidentale. Ma come avveniva per la quota bentica del fitocarico, anche in questo caso figurano nelle retinate esponenti del fondo dotati di una certa mobilità e capaci di subire le conseguenze di un convogliamento senza riportarne danno in più compaiono elementi con attitudini subnectoniche. Diverse specie abbondano volontariamente o involontariamente, se strappate dalla corrente, si fondono al fondo per lasciarsi depositare poi più a valle favorendo con movimenti ad-

■ ZOO. PON. CELL.
 □ FITOC. PONTICELLO
 ▨ ZOO. EMISSARIO
 ▤ FITOC. EMISSARIO

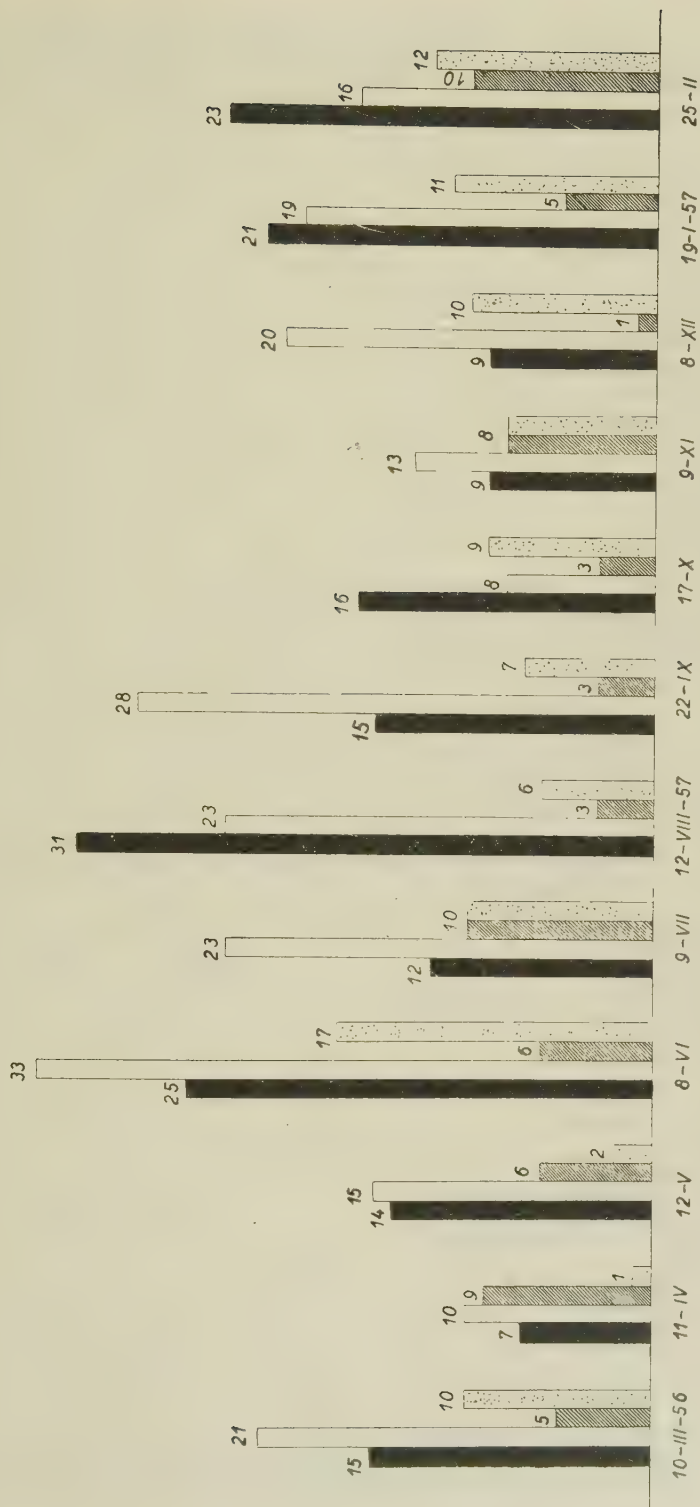


FIG. 12 — Numero di specie per ciascuna retinata, nelle due diverse stazioni (Fonti del Clitunno 1956-57)

TERMINI RICORRENTI	10 marzo 1956		11 aprile		12 maggio		8 giugno	
	K	E	K	E	K	E	K	E
RIZOPODA								
<i>Diffugia</i> sp.								
<i>Arcella</i> sp.		ooo			o		o	o
INFUSORIA								
<i>Lionotus</i> sp.								oooo
<i>Paramaecium</i> sp.			o		o			
TURBELLARIA								
<i>Polycelis nigra</i> O.F.M.			o					
<i>Polycelis cornuta</i> John.			o					
ROTATORIA								
<i>Rotifer</i> sp.								o
<i>Philodina</i> sp.								o
<i>Diglena</i> sp.								o
<i>Rattulus</i> sp.								oo
<i>Dinocharis</i> sp.								ooo
<i>Euchlanis</i> sp.								ooo
<i>Pterodina</i> sp.							o	
NEMATODA								
<i>Tripylidae</i> indet.								ooo
OLIGOCHAETA								
<i>Naïs</i> sp.	o	oo	o		o			oo
CRUSTACEA								
<i>Simocephalus vetulus</i> O.F.M.								o
<i>Chydorus sphaericus</i> O.F.M.								
<i>Alona</i> sp.		o						
<i>Cypris</i> sp.	o	oooo	o		oooo	ooo	oo	oo
<i>Copepoda</i> indet. { <i>naupli</i>								ooo
{ <i>metanaupli</i>								ooo
{ <i>copepoditi</i>	o	ooo						ooo
<i>Cyclops strenuus</i> Fischer	ooo	o	ooo		oooo		oooo	ooo
<i>Diaptomus</i> sp.			ooo					
<i>Canthocamptus</i> sp.							o	
<i>Asellus aquaticus</i> L. (e sue esuvie)		o	o					
<i>Gammaridi</i> indet.								
ARACNIDA								
<i>Hydrachnellae</i> indet.		ooo						
INSECTA								
<i>Baetis</i> sp.	o	ooo						o
<i>Naucoris cimicoides</i> L.								
<i>Rhyacophila vulgaris</i> Steph.								
<i>Hydroptila occulta</i> Eat.								
<i>Plectrocnemia</i> (gr. <i>conspersa</i> Curt.) ..								
<i>Ditiscidae</i> indet.								
<i>Helmis Maugei</i> Bedel								
<i>Eukifferiella</i> sp. (1)								
<i>Tanytarsus</i> sp.			o					ooo
<i>Chironomus</i> sp.		oo			o	ooo	o	ooo
<i>Corynoneura</i> sp.								
<i>Orthocladinae</i> indet.				o				
<i>Simulium</i> sp.								

(1) Ringraziamo vivamente il prof. Fittkau (Max Planck - Gesellschaft - Plön) per averci fornito la determinazione
K = Ponticello; E = Emissario.

EL CLITUNNO

17 ottobre		9 novembre		8 dicembre		19 gennaio 1957		25 febbraio		12 agosto	
K	E	K	E	K	E	K	E	K	E	K	E
000	0		0			00	00	0			00
	00								0		
						00	00	0			000
		000					0000				
			00		0		0	00	000	0	0
	0	00	00	0		0000	000	0	00	0	00
	000		00		00	000	0	0	000		0
	0	0	0				00	0	0		
0	0	0	00		0		00	000	000		
			00				0		0		
	000	0	00000		0000		000	0000	00	0	000
					0			000	00		
					00				00		
					000				0		

guati la sedimentazione per gravità. Esiste nello zoocarico, diversamente quanto avviene per il fitocarico, un contingente di *meroplankton* il cui significato ecologico non può sfuggire a nessuno se lo si vuol mettere in rapporto con i processi di diffusione della maggiore copertura bentica. Entrano a far parte di questo mondo reico anche stadi giovanili di specie provenienti da schiusure superficiali o spondali (tav. II, fot. 7; tav. III, fot. 3): in sostanza, mentre nessun termine appare tipico della massa d'acqua trascorrente, molto per non dire quasi tutti, sono da riguardarsi come temporanei abitatori di un ambiente nel quale possono vivere in occasione di fugaci escursioni.

I bionti che sfruttano la corrente per catturare prede o alimenti da essi convogliati costituiscono una aliquota di poco conto nello zoocarico. È curioso rilevare come, pure essendo i viventi della specie animale più numerosi all'« emissario » che al « ponticello », vi sono stati tre mesi dell'anno in cui proprio allo sfioratore, la vita animale convogliata dalle acque del Clitunno è stata straordinariamente scarsa. Ciò si è verificato in aprile, con una sola larva di ortocladino, e in maggio.

Se la povertà della componente zoologica del carico di maggio può essere attribuita all'avvenuto diserbamento e quindi alla decimazione delle comuni epifitiche, poco chiaro appare il reperto poverissimo dell'aprile.

Sono da riguardarsi come termini prettamente fonticoli *Polycelis cornuta* John. e *P. nigra* O.F.M., *Hydroptila occulta* Eat., *Corynoneura* sp. Sono forme limicole-fitofile *Diffugia* (tav. III, fot. 4), *Paramaecium*, *Nais*, *Simcephalus*, *Cypris*, *Canthocamptus*, *Asellus aquaticus* L. *Chironomus*.

Le più pelagiche delle forme rinvenute fino ad ora, in quanto si tratta di termini capaci di nuotare o di stare sospesi nelle acque leggermente fluenti e anche profonde, sono: *Arcella*, *Cyclops strenuus* Fisch., *Hydracnellae*, ? *Diaptomus* sp., *Baetis*, Ortocladini.

Rappresentano stadi provvisoriamente epifitici le larvule appena schiuse dalle masse ovigere dei Tricotteri e dei Ditteri.

Sono prevalentemente muscicoli *Helms maugei* Bedel., *Tanytarsus*.

Come è evidente gli esponenti dello zoocarico non costituiscono una sola categoria di idrobionti, ma appartengono a comunità ecologiche assai differenti, tutte però dotate di esigenze reobentiche e di attitudini al convogliamento ad opera delle acque fluenti.

Aggiornamento primaverile (maggio 1958)

Un controllo compiuto il 20 maggio del 1958, ossia due anni dopo le osservazioni fin qui discusse, ha rivelato che le note più salienti della fisionomia ecologica e della produttività biologica di questo biotopo si sono sostanzialmente conservate: permane la sottosaturazione in O_2 delle acque, la temperatura continua ad aggirarsi sui $^{\circ}C$ 12 in tutti i punti del bacino (fig. [5]); il pH oscilla intorno a valori di poco superiori alla neutralità e la durezza si mantiene sempre sensibilmente elevata.

TABELLA III

Fonti del Clitunno. Valori ecologici riscontrati nel maggio del 1956
e nel maggio del 1958 (K= ponticello; E= emissario)

FATTORI AMBIENTALI	12 MAGGIO 1956		20 MAGGIO 1958	
	K	E	K	E
temperatura aria C°	16,5	16,5	23	23
temperatura acqua C°	12,2	12,8	11,2	11,9
velocità corrente m/'	3,12	—	22	17,53
gr/l.	5,41	6,77	6,46	7,51
gr/l.	10,56	10,41	10,56	10,60
.....	51,25	65,06	61,23	70,89
.....	7,3	7	7,2	7,5
pesa totale gr. fr.	41,3	39	49,5	47

Una parte di questi valori evolve lungo il bacino con identico andamento quello riscontrato nel maggio del 1956, un'altra parte invece mostra una deviazione dei dati reperiti. Questo si può probabilmente attribuire al più o meno deflusso delle acque imposto dall'uomo con l'apertura dello sbarramento situato all'incile del fosso collaterale di scarico, e in parte alla opinabile dismetria di qualsiasi biosede nel corso degli anni. In parole povere, le Fonti del Clitunno, nel maggio del corrente anno, appaiono un po' meno profonde, un po' più terse, un po' più sgombre di idro-

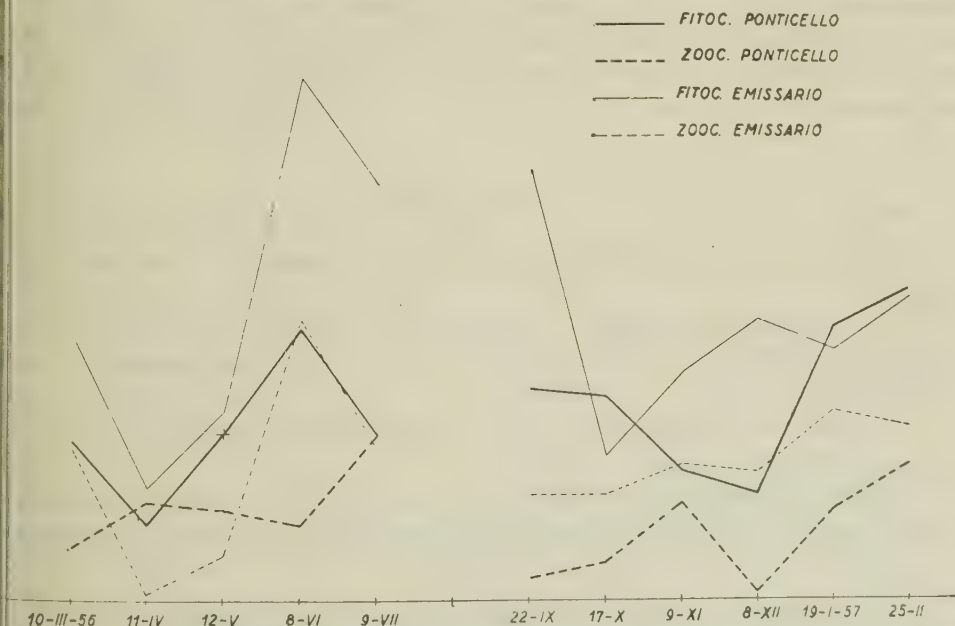


FIG. 13 — Variazioni mensili del numero e della densità delle specie componenti il fito e lo zoocario nelle due stazioni di raccolta. (Fonti del Clitunno 1956-57)

fite sommerse, un po' più veloci di corrente e più rapidamente ricambiati. Da ciò l'aumento della durezza, il pH più elevato e l'ossigeno in aumento molto probabilmente più per giuoco fisico del mescolamento aria acqua che per fotosintesi.

Ma la qualifica generale del biotopo nel quadro degli ambienti fontinali permane e l'ambiente non muta la sua posizione attribuitagli nella classificazione ecologica.

Il carico biologico, retinato col procedimento consueto, ha confermato la *facies* indicata nel mese di maggio del 1956, con alcune varianti però che qui elenchiamo, ma che potrebbero rappresentare reperti sfuggiti, per la loro scarsità, nelle retinate di due anni prima.

a) *Termini riscontrati il 12 maggio 1956:*

I) Punto K «ponticello». Fitocarico: *Oedogonium*, *Zygnema*, *Mougeotia*, *Spirogyra*, *Synedra capitata* Ehr., *Tribonema*.

Zoocarico: *Dinocharis*, spoglie di metanaupli e copepoditi.

II) Punto E «emissario» «sfioratore». Fitocarico: *Zygnema*, *Spirogyra*, *Mougeotia*, *Synedra*, *Nitzschia*, *Gomphonema*, *Cymatopleura*.

Zoocarico: *Colurella colura* Gosse (nom. Deflandre) (1) (tav. III, fotografia).

b) *Termini riscontrati solo il 12 maggio 1956:*

Fitocarico: *Surirella elegans* Ehr., *Dinobryon*.

È evidente che questi elementi possono o aver già fatto la loro comparsa o comparire più tardi.

Una retinata condotta sulle idrofite sommerse ha messo in chiaro che le forme che compongono il carico biologico sono quelle stesse che pullulano nella vegetazione subacquea; una consistente popolazione bentica, epifitica ed epibiotica di Rotiferi, Turbellari, Idracnelle, Entomostraci, Insetti, Molluschi e Pesci non si lascia convogliare dal defluire delle acque e compone una biocenosi crenica che non entra a far parte del carico biologico che in via eccezionale

Conclusioni

Le Fonti del Clitunno offrono materia interessante di studio per il crenologo biologo.

I tre tipi fondamentali di sorgente: reocrenica, limnocrenica, elocrenica vi sono rappresentati con predominio però del tipo limnocrenico e del tipo reocrenico.

Su questo bacino sono state sviluppate ricerche idrobiologiche da Scuderi e da Moretti in diverse occasioni.

La *facies* fonticola del mondo vegetale e di quello animale può ritenersi correttamente tracciata nelle sue linee generali. Con ciò non si reputa

(1) DEFLANDRE, G. (1930): *Microscopie pratique*. Paul Lechevalier, Paris. Viene citato in questo lavoro, anche se non riveste carattere rigorosamente sistematico, perchè vi si fa la raffigurazione più fedele degli esemplari rinvenuti nel Clitunno.

nonnulla esaurito lo studio fitozoologico del sistema sorgivo che potrà offrire una numerosa, interessanti informazioni.

Un aspetto ancora incerto era rappresentato dalla componente che va sotto il nome di « carico biologico ».

Ci è sembrato interessante tentare una attribuzione più corretta di quanto si sia fatto prima d'ora di quella comunità che le acque sorgive correnti convogliano nel loro tragitto, dopo aver dato origine ad una sorta di bacino raccolto dominato, quasi interamente, dal fenomeno della turbolenza.

Ci siamo chiesti, in altri termini se, in così fatto ambiente potesse instaurarsi un vero e proprio *plancton* di tipo reico (*reoplancton*) o se la vita convogliata dalle acque non costituisse piuttosto un materiale biologico trascinato dalla sua sede normale e, come tale, dovesse più opportunamente essere denominato con l'appellativo di carico biologico.

Le ricerche fino ad ora condotte parrebbero indurci a preferire la seconda ipotesi inquantochè la *facies* del materiale fluitato è risultata essere proprio quella che definisce i tratti fisionomici del convogliamento idrico. Non di un *plancton* vero e proprio quindi si potrà parlare per le Fonti del Clitunno, ma di *meroplancton* rivierasco e di *meroplancton* nei settori facenti capo allo specchio d'acqua, di *eleoplancton* nelle insenature o nelle pozze poco o niente affatto interessate dalla corrente e di « carico biologico » per tutto il rimanente volume del biotopo.

Il metodo del campionamento del materiale convogliato, consistente nel filtraggio di grandi quantitativi d'acqua superficiale, ci ha consentito di diagnosticare almeno le seguenti quote:

- 1° *detrito minerale*;
- 2° *flocculi di materiale organico amorfo*;
- 3° *frustuli vegetali costituiti da lembi di tessuti vari*;
- 4° *cadaveri, spoglie ed esuvie di animali*;
- 5° *fitocarico vivente*;
- 6° *zoocarico vivente*.

Il detrito minerale, non essendo il sistema idrico del Clitunno soggetto a turbolenze e a magre vistose ed essendo ragguardevole il bacino di decantazione, è sempre assai modesto e costituito da ciottoletti minuti. Non è mai avvenuto, durante il periodo delle osservazioni, di assistere ad intorbidamento delle acque limbo o materiale argilloso in sospensione. Solo in brevi periodi, corrispondenti a modici impinguamenti delle sorgive e a parziale scomparsa della comunità di vegetazione subacquea, il retino filtra quantitativi di questo materiale come si è potuto verificare ad esempio nel mese di ottobre del 1956 (fig. III, fot. 6).

Contrariamente quindi a quanto avviene nei fiumi, il fenomeno di martellamento e di demolizione indotto dal detrito trasportato in seno alle acque dei piccoli organismi viventi, non ha luogo nello sfioratore del Clitunno.

In tutte le raccolte eseguite nel corso dell'anno, un ruolo importante è sostenuto da una aliquota immane di elementi flocculosi costituiti da detriti di residui algali filamentosi, peli vegetali, zolle di sostanze umiche

derivanti dal terreno, deiezioni di piccoli animali acquatici (Anellidi, Oligochei, Crostacei, Insetti), ecc. Questo materiale, soffice al momento della raccolta, tende poi a flocculare o a feltrarsi con il fissaggio (tav. IV, fot. 1).

Si ha motivo quindi di ritenere che la sua struttura rappresenti un arredo fatto da imputarsi al filtraggio del retino e che le acque convogliino gli stessi elementi in fase assai più dispersa. Sarà interessante ricercare simili strutture nelle reti sericee tese nelle sorgenti dalle larve pescatrici di insetti acquatici (*Hydropsyche*, *Polycentropus*).

Il materiale retinato rivela una componente di tessuti vegetali la cui provenienza è da attribuirsi in parte alla vegetazione rivierasca emersa e in parte alle idrofite sommerse. Sono facilmente riconoscibili per questi frustuli le pertinenze fogliari, radicali, corticali, ecc. Questi residui si compongono a loro volta di tessuti variamente decomposti: ancora pigmentati e con scheletro cellulosico ben conservato quelli di recente asportazione dalla pianta; sfibrati, decolorati e visibilmente demoliti quelli di più antica macerazione.

Le vestigia di una vita animale vengono denunziate dal filtrato con assoluto carattere di povertà. Quasi mai avviene di incontrare cadaveri ancora ripieni di tessuti interni. Per lo più si tratta di spoglie di insetti e di crostacei ridotte alla cuticola chitinea, tutto al più appesantita da detrito umico ed organico e popolata da batteri, flagellati zoosaprobi e da colonie di Diatomee. Questo modo di presentarsi trova due spiegazioni: la debole corrente che non è in grado di trascinare con sé masse corporee di peso elevato e la fitta vegetazione subacquea che trattiene i cadaveri fino a disfacimento inoltrato dei tessuti. Fenomeno questo che si esplica forse sollecitamente a causa del continuo lavaggio idrico del fondo.

In tutto il complesso strutturale del materiale filtrato trova posto una rappresentanza tutt'altro che esigua di *Cyanophyceae*, *Peridineae*, *Chrysophyceae*, *Diatomeae*, *Xanthophyceae*, *Chlorophyceae*, *Conjugatae*, che i filetti d'acqua strappano dal fondo o sollevano agevolmente o asportano, dato il loro basso peso specifico, dalle idrofite bentoniche. È questa senza dubbio la biomassa di maggior rilievo nel detrito trasportato.

Indagato nella sua composizione, nei vari mesi dell'anno e considerato in due punti differenti del bacino: quello prettamente reocrenico e quello limnocrenico di sfioramento terminale, il fitocarico ha mostrato una certa variabilità stagionale ed una consistenza differente nelle due suddette stazioni raccolte. Si è così potuto accertare che un sistema sorgivo come quello di Clitunno, pur essendo dotato di estrema costanza termica, fruisce di un avvenimento stagionale riconoscibile per la maggior parte delle specie presenti (valgano d'esempio: *Merismopedia punctata* Meyen, *Cyclotella meneghiniana* Kütz, *Diatoma hiemale* Heiberg, *Fragilaria construens* Grun., *Surirella elegans* Ehr., *Tribonema tenerrimum* Heering, *Ulothrix zonata* Kütz, *Mougeotia* sp.). Accanto a queste specie figurano esponenti di costante presenza che non scompaiono mai nel quadro microscopico del retinato (es. *Melosira varians* C.A.A., *Campylodiscus noricus* Ehr. v. *hibernica* Grun.). Salvo qualche rara eccezione, non figurano nel fitocarico termini euplanetici veri e propri, ma solo e reg-

nente esponenti di una fitocenosi algale bentica che regolarmente domina il quadro del retinato. Il carico biologico del Clitunno, nella sua *facies* algale, è dunque eminentemente una massa di vita microscopica trascinata via dal vento e dalle piante e destinata, più che a colonizzare, ad arricchire gli insetti di tutto il corso d'acqua che si sviluppa a valle del bacino crenico (fig. IV, fot. 2, 3, 4, 5, 6).

Resta da stabilire ancora se le vicende delle stagioni e i cicli biologici si rispondano nell'uno e nell'altro ambiente; nel senso di una concomitanza o di periodi di fioritura, oppure se, avvantaggiate dalla temperatura più alta nel periodo invernale, le aliquote fonticole inizino il processo di colonizzazione con anticipo rispetto alle consorelle potamiche.

Lo zoocario è molto meno consistente e può dirsi decisamente più povero in individui. Quelle stesse specie che lo Scaccini aveva considerato come plancton nello specchio d'acqua del Clitunno, vengono ritrovate sotto forma di zoocario biologico allo sfioratore. Per le specie animali si debbono ammettere almeno le seguenti categorie:

- a) *plancton* di tipo rivierasco con note meroplanctiche: *Diffugia*, *Naïa*, *Cyclops*, ? *Dyaptomus*, *Hydrachnellae*, *Orthocladini*;
- b) termini terricoli, saprobi: *Paramaecium*, *Rotifer*, Nematodi;
- c) termini bentonico- rivieraschi di acque limpide e veloci: *Polycelis*, *Dinocharis*, Gammaridi, *Rhyacophila vulgaris* Steph., *Helmis Maugei*, *Asellus*;
- d) termini limicoli: *Lionotus*, *Rattulus*, *Cypris*, *Chydorus sphaericus* M., *Asellus aquaticus*, *Chironomus*;
- e) forme fitofile: *Simocephalus vetulus*, O.F.M., *Alona*, *Canthocamptus*;
- f) forme eufonticole: *Polycelis cornuta* John, *Hydroptila occulta* Eat., *Plectrocnemia*, *Eukifferiella*.

La promiscuità dei termini viventi, che il retino raccoglie rimanendo sospeso nel filone centrale di corrente, è testimonianza di una compartecipazione del carico animale ad un complesso convogliamento di termini di ben diversa valenza ecologica. Dunque lo sfioratore porta con sé piccoli organismi incapaci di opporsi alla corrente una volta che questa se li è presi con sé (Copepodi, Infusori), forme che abbandonano il substrato per effettuare temporarie scorribande planetiche (Entomostraci, Nematodi, Rotiferi), volontari cacciatori della corrente cui si affidano per la ricerca di località nuove (*Alona*, *Orthocladini*), stadi immaturi di animali bentonici, nati da masse ovigeri di recente deposte e facoltativamente convogliate dalle stesse acque (nauplii, nauplii, larvule di *Rhyacophila*, *Hydroptila*, *Plectrocnemia*) e infine esponenti della vita bentonica cui il substrato è venuto a mancare per una qualsiasi causa (invertebrati, *Helmis*). Solo certe specie, munite di peso specifico più elevato (virtù di costruzioni minerali (*Agapetus*, *Silo*, *Pseudoamnicola anatina*), non vengono mai trasportate dalle acque, ma si trovano solo sulle pietre del fondo.

In certa misura pertanto, un attento esame della struttura qualitativa del carico biologico può fornire un'immagine abbastanza fedele delle bioce-
le ospitate dal biotopo.

Che un bacino sorgivo lasci discernere un aspetto maturativo dalle scarigini allo sfioratore è concetto ben logico, ma incerta era l'ipotesi se questa maturazione si basasse semplicemente su un aumento della popolazione in senso numerico oppure se rispecchiasse un vero e proprio incremento di specie diverse.

Per il mondo animale si hanno indubbie prove di comparse di termofili affatto reofili, come è dimostrato dalla presenza di Protozoi (*Paramoecium*) Rotiferi (*Rotifer*), Oligocheti (*Naïs*), Crostacei (*Simocephalus vetulus*), *Asellus aquaticus*), Aracnidi ed Insetti (*Naucoris cimicoides* L.).

Alla domanda quindi: è più ricco di specie il carico biologico del tratto sorgivo o quello dello sfioratore, possiamo ora rispondere che il carico biologico prepondera qualitativamente e quantitativamente alla fine del sistema, tale predominio non è assolutamente costante potendosi avere periodi nei quali le condizioni si invertono; l'esame della tabella 2^a e dei diagrammi (fig. 12-13), mostra infatti che lo zoocarico dell'emissario è maggiore del numero di specie di quello del tratto iniziale nei mesi di marzo, giugno, agosto, settembre, ottobre, dicembre, gennaio, febbraio; minore nei mesi di aprile, maggio e uguale nei mesi di luglio e novembre.

Per il fitocarico le cose non vanno molto diversamente: esso risulta infatti più abbondante all'emissario nei mesi di marzo, aprile, maggio, giugno, luglio, settembre, novembre, dicembre, e minore nei mesi di agosto, ottobre, gennaio e febbraio.

Passando ora a riassumere le considerazioni che i fattori ambientali suggeriscono, particolare menzione merita il diserbamento delle idrofite subacquee. Il diserbamento che viene praticato ad ogni primavera. Ci si sarebbe aspettato un manifesto cambiamento di tutta la *facies* del biotopo, sia per ciò che concerne i fattori ambientali, sia per quello che riguarda la produttività e invece, accanto ad una chiara dipendenza delle variazioni di alcuni fattori ecologici dall'asportazione delle piante sommerse e dalla regimentazione del deflusso, si registra la produzione di un carico che non può dirsi massivamente più povero rispetto a quello dei mesi invernali. Dunque è lecito ritenere che tale incongruenza trovi la sua ragione d'essere nel concomitare delle fioriture primaverili e della ripresa delle moltiplicazioni delle specie animali in tale periodo dell'anno. E questa potrebbe essere assunta come una prova di indipendenza dei cicli viventi dal microclima dell'ambiente sorgivo.

Complessivamente la biosede del Clitunno si qualifica dotata di valori ecologici particolarmente costanti ed omogenei nel corso dell'anno e di fattori ambientali non del tutto costanti. I primi, che prevalgono nettamente sui secondi, sono: la trasparenza sempre estremamente elevata, la sottosaturazione dell'ossigeno, il grado idrotimetrico marcatamente alto, il pH uniformemente prossimo al 7 e, soprattutto, la temperatura dell'acqua.

Mutevoli invece sono risultati l'estensione e lo spessore della vegetazione subacquea, il livello — quando interviene l'opera dell'uomo — e la velocità di deflusso.

L'effigie annuale del cenobio non poté essere fedelmente raffigurata nel 1950, poiché vennero a mancare le condizioni corrispondenti al mese di agosto,

controllo eseguito nel successivo anno ci consentì di giungere alla conclusione che questo mese, pur presentando qualche carattere di variabilità rispetto al precedente e al successivo dell'anno prima, dipendente forse dal differente andamento dell'annata, non segna un capovolgimento della situazione nè è accompagnato da importanti modificazioni. E analoga conferma ci viene fornita dal controllo primaverile del maggio del 1958. Cosicchè le sorgenti del Clitunno rientrano nel novero delle sedi idriche dotate di maggiore stabilità ambientale e in particolare definite dai seguenti tratti fisionomici:

Temperatura dell'acqua C°	= 12
O ₂ % del valore di saturazione	= 60,1
pH	= 7
Durezza gr. fr.	= 42,6

Si può dire che si tratta di un ampio bacino sorgivo, dotato di acque fresche, prevalentemente sottosature, con concentrazione idrogenionica quasi stabile sul valore di neutralità e con durezza sensibilmente elevata.

In questo ambiente la vita fonicola è eminentemente legata al fondo e l'emissario documenta un carico biologico costituito da una quota algale abbastanza varia e ricca e da una quota zoica ovviamente povera.

RIASSUNTO

Le sorgenti del Clitunno (Umbria, q.m. 225) sono prevalentemente reocreniche. Formano un sistema sorgivo di alcune migliaia di m² (9800) e sono alimentate da ricche polle sgorganti dal fondo. Una copiosa vegetazione di fitofite ricopre il fondale e accompagna il letto dello sfioratore.

I valori ecologici che contrassegnano la fisionomia delle « Fonti del Clitunno » sono espressi dalle seguenti cifre: T C° = 12; O₂ % v.s. = 60,1; pH = 7; Durezza gr. fr. = 42,6.

In questo ambiente pullula un'abbondante vita fonicola in corso di studio. Nella presente nota è stato indagato il « carico biologico » prodotto dal fitocarico e convogliato dalle acque dell'emissario. Esso risulta costituito di un fitocarico » e di uno « zoocarico », il primo molto più ricco di specie e di individui del secondo e, soprattutto, caratterizzato dalle Diatomee. La maggioranza di queste compaiono con frequenza variabile e non risultano presenti in tutti i mesi; in numero esiguo sono invece le specie presenti tutto l'anno. Il fitocarico » è composto di alghe che si sviluppano sul fondo e sulla vegetazione sommersa ad eccezione di qualche elemento che può far parte del *plancton*. Le acque che filtrano dal fondo o che si immettono nello specchio centrale, portano una quota di questa popolazione algale convogliandola a valle. Lo zoocarico » è estremamente più povero del « fitocarico » ed è costituito da pochi termini bentonici asportati dal fondo, da esponenti reocrenici che occasionalmente si lasciano trasportare dalla corrente, da masse ovigere, da alghe e da pochi rappresentanti del *plancton* rivierasco e del *meroplankton*.

Il « carico biologico » convogliato dall'emissario, nelle sue due quote di fitocarico e zoocarico è più ricco, di norma, di quello fornito nel tratto sorgivo.

RÉSUMÉ

Les sources du Clitumne, dans l'Ombrie, à m. 225 d'alt., sont surtout rhéolimnocréniques. Elles forment un système de sources de quelques milliers de m² (9800) et sont nourries par de riches veines qui jaillissent du fond. Une copieuse végétation d'hydrophytes recouvre le fond et accompagne le lit l'effleurant.

Les valeurs écologiques qui marquent la physionomie des « Sources Clitumne » sont exprimées par les suivantes chiffres:

TC° = 12; O₂ % v.s. = 60,1; pH = 7; Dureté (degrés françaises) = 42,6.

Dans ce milieu, pullule une abondante vie aquatique que l'on est en train d'étudier. Dans cette note, on s'est appliqué à faire des recherches sur la « carico biologico » produite par le bassin et recueillie par les eaux de l'émissaire.

Elle est formée d'un « fitocarico » et d'un « zoocarico », le premier beaucoup plus riche en espèces et en individus que le second et surtout caractérisé par les Diatomées. La plupart de celles-ci apparaissent avec une fréquence variable et ne résultent pas présentes tous les mois; d'un nombre restreint, contraire, sont les espèces présentes toute l'année. Le « fitocarico » est composé d'algues qui se développent sur le fond et sur la végétation submergée, sauf quelque élément qui peut faire partie du plancton. Les eaux qui sourdent du fond ou qui s'introduisent dans la nappe d'eau centrale, déplacent une partie de cette population d'algues en la canalisant à val. Le « zoocarico » est extrêmement plus pauvre du « fitocarico » et est formée de petits terribles benthoniques tirés du fond, d'exposants rhéocréniques qui volontairement laissent transporter par le courant, de masses ovigères, de larves minuscules et de représentants du meroplancton.

Le « carico biologico » convoyée par l'émissaire, dans ses deux parties « fito » et « zoocarico », est habituellement plus riche que celui qui fourmille à la source.

ZUSAMMENFASSUNG

Die Wasserquellen des Clitunno (Umbrien 225 m. ü.M.) sind zum grossen Teil fliessend und stehend. Sie bilden ein Wasserquellensystem von einigen Tausenden m² (9800), und sind von reichen, aus dem Grund fliessenden Quellen ernährt. Eine reiche Hydrophytenvegetation überdeckt den Grund, und gleitet den Ableitungskanal.

Die Werte, die die ökologische Physiognomie der Quellen des Clitunno bezeichnen, sind mit den folgenden Ziffern ausgedrückt:

TC° = 12; O₂ % v. s. = 60,1; pH = 7; Härte, gr. fr. = 42,6.

In dieser Gegend wimmelt ein reiches Quellenleben, welches man bereits studiert.

In dieser Note wurde den « carico biologico », vom Becken erzeugt und vom Wasser des Ableitungskanals weiter geleitet, erforscht. Er ist aus einem « fitocarico » und einem « zoocarico » gebildet, der erste reicher an Arten und Individuen als der zweite, und vor allem, von Diatomeen kenntlich.

Der grösste Teil dieser, erscheint mit einer veränderlichen Frequenz, und nicht alle Monate gegenwärtig; gering an Zahl sind, im Gegenteil, die Arten das ganze Jahr vorhanden sind.

Der « fitocarico » besteht aus Algen, die sich im Grund, und auf der Unterwasservegetation, entwickeln, mit Ausnahme von einigen Element die dem Plankton angehören können. Das Wasser, welches durch den Grund filtriert, der das im Zentralspiegel geschoben wird, bewegt einen Teil dieser Algenbevölkerung und schiebt sie hinunter. Der « zoocarico » ist ärmlicher als der fitocarico », und besteht aus: kleinen, die im und auf dem Schlamm lebenden, Individuen vom Grund entfernt, fließenden Exponenten, die sich von der Strömung freiwillig forttragen lassen, von Eiermassen, Larven und Vertreter des Meroplankton.

Der « carico biologico » vom Ableitungskanal geleitet, ist in der Regel, reicher von « fito » und « zoocarico » als jener vom Quellenteil geliefert.

SUMMARY

The fountains of Clitunno (Umbria 225 q.m.) are preponderantly rheogenic. They form a system of springs of several thousand square metres (9800) and are fed by abundant underwater springs which gush up from beneath. Copious vegetation of hydrophytes covers the bottom and follows the bed of the outlet stream.

The ecological values that mark the « Springs of Clitunno » physiognomy are expressed by the following figures:

$TC^{\circ} = 12$; $O_2 \text{ \% v.s.} = 60,1$; $pH = 7$; Hardness (french degrees) = 42,6.

In this environment swarms an abundance of fresh water life which is at present being studied. In the present note an investigation has been made into the « carico biologico » produced in the spring area and carried down by the flow of the outlet. This has been found to consist of a « fitocarico » and a « zoocarico », the first very much richer in both species and individual varieties than the second, and marked especially by Diatoms. Most of these are found with variable frequency, and are not present in all months; indeed very few species are to be found throughout the year. The « fitocarico » is made up of algae which develop on the bed of the lake and on vegetation submerged in the water apart from a slight element which forms part of the plankton. The water which flows up from the bottom and into the central basin carries a certain amount of this algal content further down. The « zoocarico » is very much more sparse than the « fitocarico » and is made up of small benthonic forms, brought up from the bottom, of rheogenic exponents which are carried by the current, of masses of egg-cells, little larvae and representatives of meroplankton.

The « carico biologico » conveyed by the outlet stream, in both « fito » and « zoocarico » is in general, much richer than that to be found in the spring area proper.

BIBLIOGRAFIA

- 1) ANGELIER, E. (1953): *Recherches écologiques et biogéographiques sur la faune des sables submergés*. « Arch. Zool. Exper. Gener. », Paris, 90, 38-156.
- 2) BADCOCK, RUTH, M. (1953): *Studies of the Benthic Fauna in Tributaries of the Kävling River, Southern Sweden*. « Inst. Freshw. Res. Drottingholm », 35, 21-37.
BADCOCK, RUTH, M. (1953): *Comparative Studies in the Populations of Streams*. « Inst. Freshw. Res. Drottingholm », 35, 38-50.
- 3) BALDI, E.; MORETTI, G. P. (1937): *Sul concetto di carico biologico nel sistema Lario-Adda*. « Att. Soc. Ital. Sc. Natur. », 76, 367-383.
BALDI, E.; MORETTI, G. P. (1937): *Carico biologico autunnale nel sistema Adda-Lario*. « Att. Soc. Ital. Sc. Natur. », 76, 419-428.
BALDI, E.; MORETTI, G. P. (1938): *La vita nell'Olon e nel Lambro*. « Att. Soc. Ital. Sc. Natur. », 77, 79-124.
BALDI, E.; MORETTI, G. P. (1938): *Carico biologico invernale nel sistema Adda-Lario*. « Att. Soc. Ital. Sc. Natur. », 77, 191-198.
- 4) BERG, K. (1948): *Biological studies on the River Susaa*. « Folia Limnologica Scandinavica », 4.
- 5) BIRTI, M. (1955): *Variabilità e differenziazione del « Ceratium hirundella » nei laghi italiani*. « Arch. Ocean. Limnol. », 10, 47-65.
- 6) BONACA, D. A. (1936): *Trevi nella natura, nella storia, nell'arte*. « Guida Annuario Umbria Sabina », di D. Padovano, Terni.
- 7) BRAUER, A. (1909): *Die Süßwasserfauna Deutschlands*. Jena.
- 8) COPPA, A. (1921): *Ricerche sui protozoi dei terreni e delle acque ticinesi*. « Staz. Sper. Agric. Ital. », 59.
- 9) D'ANCONA, U. (1933): *Le modificazioni idrobiologiche del Lago di Nemi durante il periodo 1928-33*. « Riv. di Biol. », 15.
- 10) FIORENTIN, L. (1912): *Escursioni alle fonti del Clitunno*. « Boll. Soc. Geol. Ital. », 31.
- 11) HUBER-PESTALOZZI, G. (1938-1955): *Das Phytoplankton des Süßwassers*. « Die Binnengewässer. Stuttgart-Schweizer. Verlagsbuch », 16, 1-4.
- 12) ILLIES, I. (1952): *Die Mölle*. « Arch. f. Hydrobiol. », 46, 424-612.
- 13) LOTTI, B. (1926): *Descrizione geologica dell'Umbria*. « Provv. gen. Stato, Roma », 21, 285-287.
- 14) MACAN, T. T. (1958): *Methods of sampling the bottom fauna in stony streams*. « Intern. ver. Theor. Angew. Limnologie », 1-21.
- 15) MARCHESONI, V. (1940): *Primo saggio di ricerche sul fitoplancton di alcuni laghi dell'Umbria, Abruzzo e Campania*. « Soc. Bot. Ital. », 47, 539-558.
MARCHESONI, V. (1940): *Il fitoplancton del Lago di Nemi prima e dopo l'abbassamento del suo livello*. « Inter. Revue Hydrob. und Hydrog. », 40, 305-345.
MARCHESONI, V. (1949): *Un nuovo periodo di osservazioni sul fitoplancton del Lago di Nemi*. « Separatum », 1, 333-345.
- 16) MORETTI, G. P. (1949): *Contributo alla conoscenza della fauna delle fonti del Clitunno (Foligno)*. « Verh. der. Int. Ver. f. Theor. u. Angew. Limnol. », 10, 344-352.
MORETTI, G. P. (1950): *La vita nelle acque correnti dell'Umbria e delle Marche*. « Suppl. Boll. Zool. », 17, 575-588.

- MULLER, K. (1955): *Produktionsbiologische Untersuchungen in Nordschwedischen Fließgewässern*. « Inst. Freshw. Res. Drottingholm », 36, 148-162.
- NIELSEN, A. (1950): *The torrential invertebrate fauna*. « Oikos », Acta Oecologica Scandinavica, 2, 176-196.
- NIELSEN, A. (1951): *Spring fauna and speciation*. « Proc. Intern. Ass. Theor. Appl. Limnol. », 11, 261-263.
- NIELSEN, A. (1951): *Is dorsoventral flattening of the body an adaptation to torrential life?* « Proc. Intern. Ass. Theor. Appl. Limnol. », 11, 264-267.
- O'CONNEL, T. R.-CAMPBELL, R. S. (1953): *The benthos of black river and clearwater lake, Missouri*. « The black river studies Univ. Missouri », Columbia, 25-41.
- PADOVANI, C. (1911): *Il plancton del fiume Po. Contributo allo studio del plancton fluviale*. « Zool. Anzeiger », 37.
- PASQUINI, P. (1923): *La distribuzione verticale ed orizzontale del plancton del Lago Trasimeno in estate e sue variazioni*. « Riv. di Biol. », 5.
- PLESKOT, G. (1953): *Beiträge Zur Limnologie Der Wienerwalbäche*. « Wetter und Leben », 2, 1-216.
- POLIMANTI, O. (1928): *La limnologia del Lago Trasimeno*. « Atti IV Congr. Intern. di Limnol. », Roma.
- RAVERA, O. (1951): *Velocità di corrente e insediamenti bentonici. Studio su una lanca del Fiume Toce*. « Mem. Ist. Ital. », 6, 221-267.
- SCACCINI, A. (1939): *Le fonti del Clitunno. Appunti faunistici*. « Natura », 30, 1-21.
- SCHOENICHEN, W. (1927): *Einfachste Lebensformen des Tier und Pflanzereiches*. « Berlin-Lichterfelde. H. Go Bermühler Verlag », 1-519; 1-522.
- SCOTTI, A. (1939): *Biologia invernale di un fontanile lombardo*. « Att. Soc. Ital. Sc. Natur. », 78, 81-98.
- STELEANU, A. (1956): *Über den gegenwärtigen Stand der Limnologie in Italien*. « Acta Hydrophysica », 3-2, 105-137.
- STELEANU, A. (1956): *Über den gegenwärtigen Stand der Limnologie in Italien*. « Acta Hydrophysica », 3-3, 105-137.
- STELLA, E. (1955): *Le biocenosi del sistema sorgivo del fiume Ninfa (Agro Romano)*. « Est. Boll. Pesca, Piscic., Idrobiol. », 10, 5-52.
- STELLA, E. (1958): *The population of some springs at different heights in Lazio (Italy)*. « Inter. ver Theor. Angew. Limnol. », 13, 850-854.
- TIFFANY, L. H.; BRITTON, M. F. (1951): *The algae of Illinois*. « The University of Chicago-Press. U.S.A. », 1-405.
- TOSCHI, A. (1927): *Ricerche sul plancton delle Valli della Mesola*. « Boll. Pesca Piscic. Idrob. », anno 13.
- WESENBERG-LUND, C. (1939): *Biologie der Susswassertiere*. Wien, 1-817.
- WESENBERG-LUND, C. (1943): *Biologie der Susswasserinsekten*. Wien, 1-682.
- Guida d'Italia*, 1950: Umbria, « T.C.I. ».
- Le sorgenti italiane: Elenco e descrizione*. Regione Umbra. Min. Lav. Pubbl. servizio idrografico, Roma.

SPIEGAZIONE DELLE TAVOLE

TAVOLA I

- Fot. 1. — Veduta generale delle Fonti del Clitunno dal muro della S.S. Flaminia.
Fot. 2. — Lo specchio d'acqua e l'isoletta prativa col ponticello che la collega alla sponda destra.
Fot. 3. — Il rispecchio dei pioppi e la fitta compagine di vegetazione subacquea in corrispondenza di una polla beante dal fondo.
Fot. 4. — Il fiume Clitunno, emissario dello specchio d'acqua delle fonti.
Fot. 5. — Il retino per la pesca del « carico biologico » impostato, in tensione fra due tiranti, a valle del ponticello.
Fot. 6. — Idem, come fot. 5, in atto di filtrare l'acqua all'inizio dell'emissario.
Fot. 7. — Pianticelle di *Potamogeton natans* L. distanziate sul fondo, a valle del ponticello, poco dopo la falciatura subacquea.
Fot. 8. — *Potamogeton* spondale (*P. natans*) all'inizio dell'emissario.

TAVOLA II

- Fot. 1. — La vegetazione di fondo sempre nettamente visibile ed esposta alla diretta insolazione.
Fot. 2. — *Campylodiscus noricus* Ehr. v. *hibernica* Grun. a forte ingrandimento. Tipico e costante elemento del fitocarico del Clitunno.
Fot. 3. — Aspetto del « carico biologico » al ponticello.
Fot. 4. — Idem, all'emissario. Si noti l'aumento del detrito e delle Diatomee convogliate.
Fot. 5. — *Gyrosigma* sp. a forte ingrandimento. Esponente della facies bentica.
Fot. 6. — *Melosira varians* C. A. Ag., altro termine della comunità di fondo.
Fot. 7. — Larvula di *Hydroptila occulta* Eat., esponente dello zoocarico; *Merismopedia punctata* Meyen, rappresentanti del fitocarico del settembre 1956.
Fot. 8. — Esuvie di ciclopidi nello zoocarico.

TAVOLA III

- Fot. 1 e 2. — Aspetto del fitocarico del Clitunno. Grossi frammenti di tessuti vegetali maceranti commisti a filamenti algali.
Fot. 3. — Stadi giovanili di *Corynoneura* (Chironomidi) convogliati assieme a *Campylodiscus*, *Melosira*, *Fragilaria* e zolle amorfe.
Fot. 4. — Presenza di numerose Rizopodi (*Diffugia* sp.) nel « carico biologico » dell'ottobre.
Fot. 5. — Rotifero presente nel « carico biologico » del maggio 1958 (*Colurella colura* Gosse).
Fot. 6. — Aumento del detrito minerale nel « carico biologico » dell'ottobre 1956.

TAVOLA IV

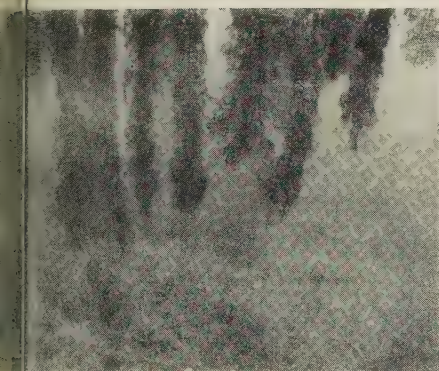
- Fot. 1. — *Campylodiscus noricus* e *Melosira* sp. discernibili tra i flocculi di detrito organico dell'emissario.
Fot. 2, 3 e 4. — Differenti aspetti del fitocarico in fase di quiescenza (fot. 2) o di fioritura delle Diatomee (fot. 3) o delle Spyrogire (fot. 4).
Fot. 5 e 6. — Dettaglio delle fot. 3 e 4.



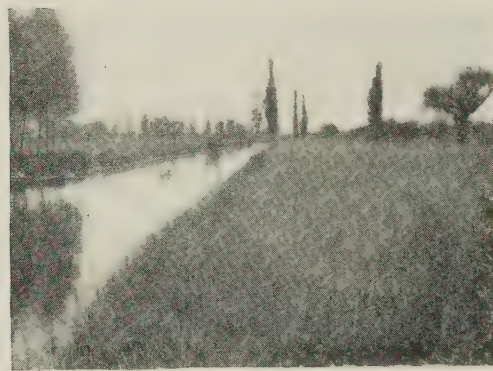
1



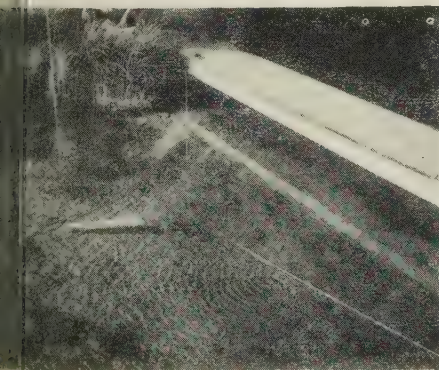
2



3



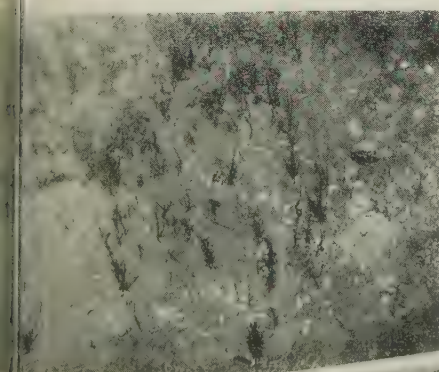
4

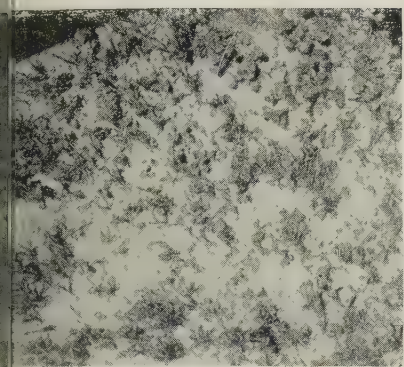


5

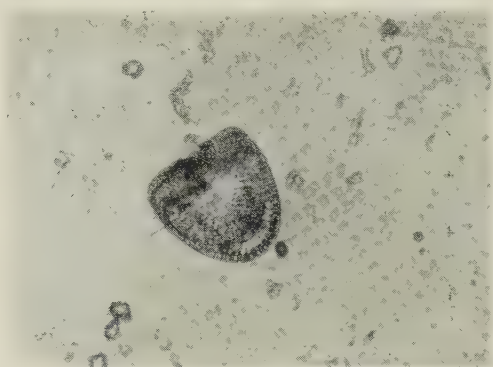


6

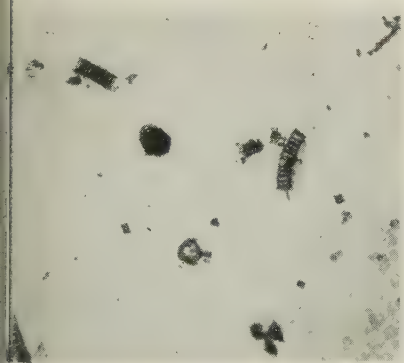




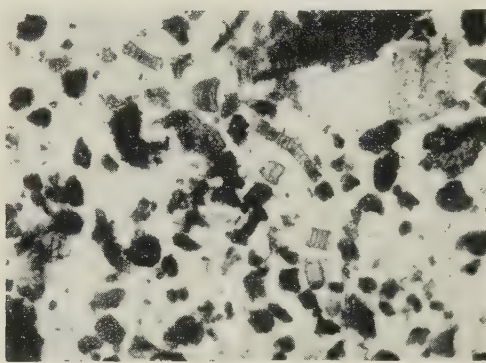
1



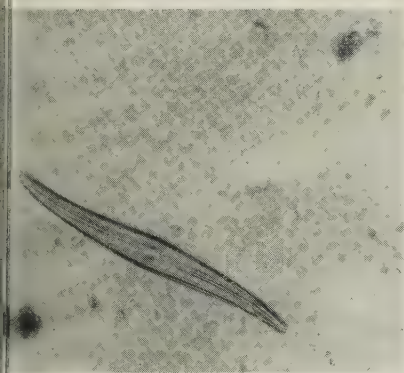
2



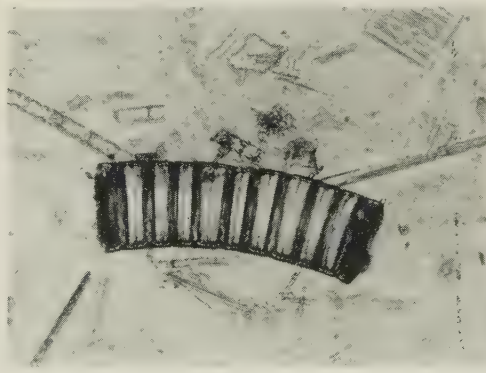
3



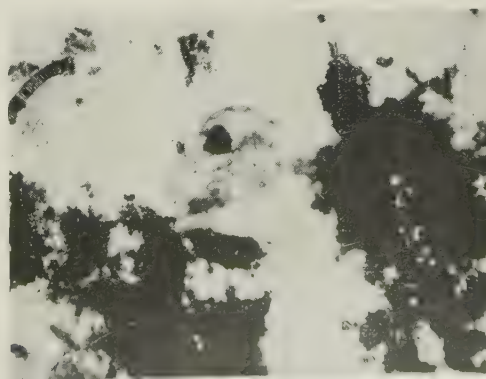
4

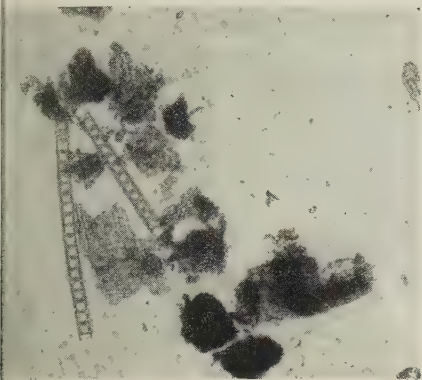


5

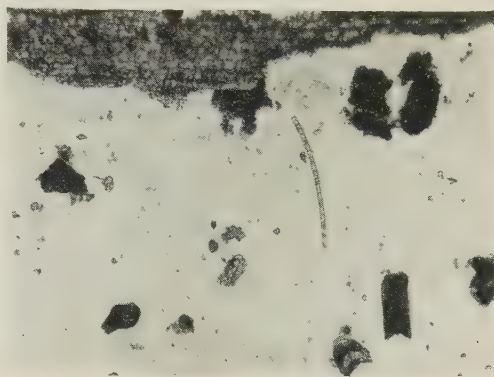


6

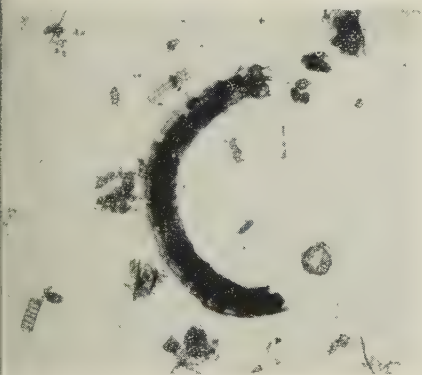




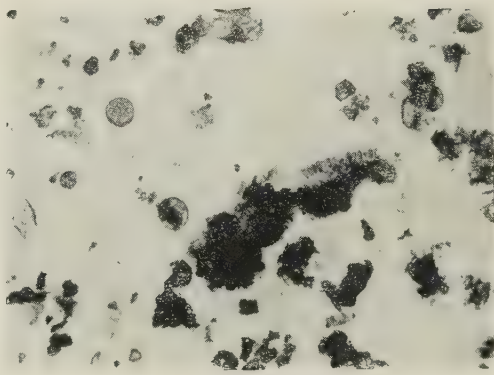
1



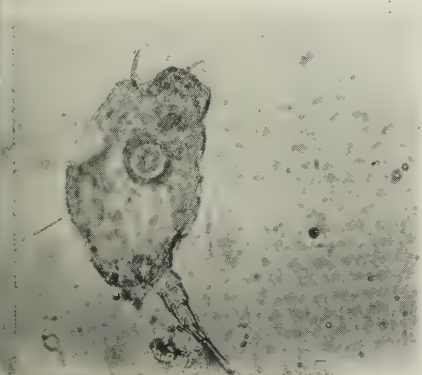
2



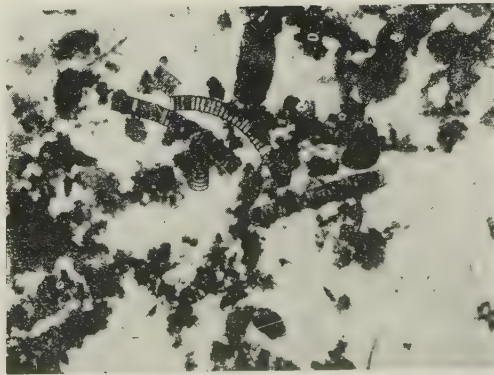
3



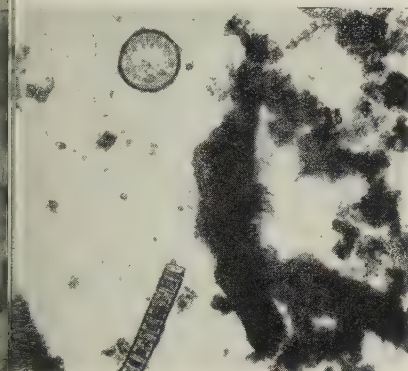
4



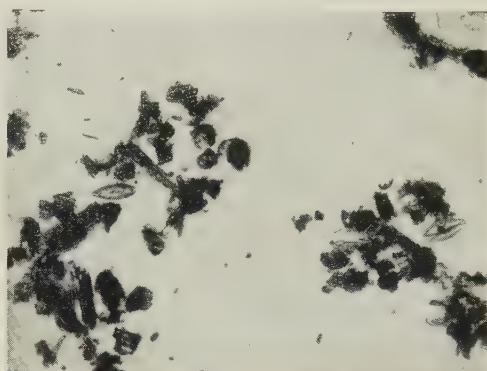
5



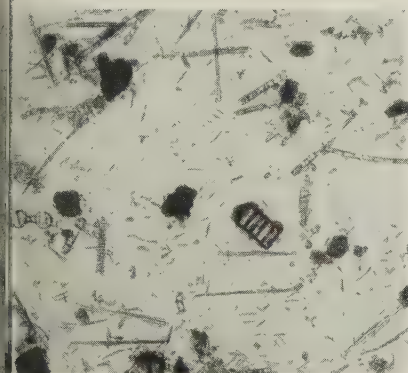
6



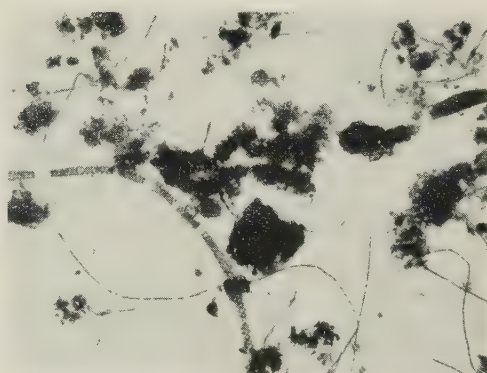
1



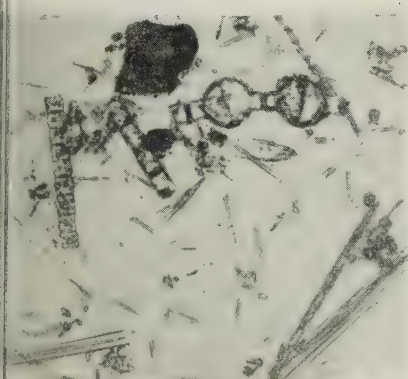
2



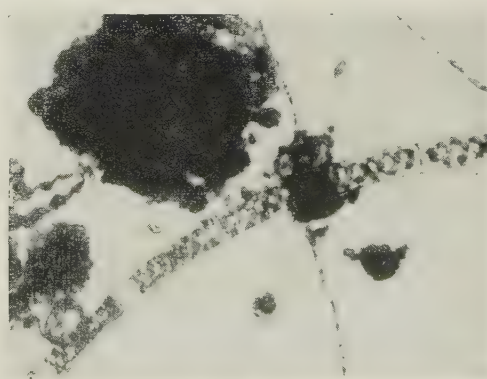
3



4



5



6

PIEGO DI PIETRE ARTIFICIALI PER L'ANALISI QUANTITATIVA DELLE COLONIZZAZIONI FAUNISTICHE DEI FONDI POTAMICI (1)

FERNANDA CIANFICCONI - MAGDA RIATTI

ISTITUTO DI IDROBIOLOGIA E PESCOLTURA "C. B. GRASSI", DELL'UNIVERSITÀ DI PERUGIA
MONTE DEL LAGO SUL TRASIMENO

(DIRETTORE PROF. G. P. MORETTI)

Cenno introduttivo

Il mondo lotico è stato indagato con intenti ecologici da molti autorevoli studiosi. Data la straordinaria varietà dei biotopi reici, diversi ricercatori hanno tentato di porre limiti diagnostici per le singole sedi (Hora 34, Needham 76, Nielsen 76, ecc). La fauna dei corsi d'acqua merita particolare attenzione, soprattutto per la estesissima gamma degli adattamenti cui dà luogo la componente degli invertebrati e, in particolare la quota degli Artropodi. Per quanto sono stati fatti tentativi di stabilire velocità limiti di corrente per gli esponenti principali delle comunità torrenticole, a nulla di convincente e di tassativo può dire che si sia ancora giunti.

La velocità di corrente è sì un fattore distributivo di fondamentale valore, non può andare disgiunto dalla massa d'acqua che divalla, dalla profondità, dalla quota, dalla pendenza, dalla temperatura e da molti altri intuitivi fattori ecologici, dato che la struttura dei fondi colluviali non è che la risultante dei detti fenomeni.

Il tentativo quindi di addivenire a una elencazione delle esigenze ambientali dei reobionti è stato più volte frustrato, a volte per l'inesistenza di limiti tollerabilità ben definiti, a volte invece per il complicato convergere di cause tra loro inscindibili.

Poichè in natura non è attuabile una cernita delle singole biozone create dal fattore corrente, si è pensato di istituire modelli standardizzati di substrati generali (formelle, cioè blocchetti di cemento), atti ad ospitare esponenti reotomicoli selezionabili in base all'ampiezza di adattamento al fattore corrente. Comunque il ricorso a questi dispositivi costruiti ad arte ha rivelato che una limitazione dei termini correnticoli, basata unicamente sull'intensità del fattore corrente, non è in pratica del tutto raggiungibile. La discussione di questo procedimento forma l'oggetto del presente lavoro.

Il materiale raccolto, in parte è stato determinato da noi, in parte ci è stato cortesemente determinato dalla dott. A. Biancheri (*Efemeroteri*), dal dott. C. Consiglio (*Plecoteri*), dal prof. E. J. Fittkau (*Ditteri Chironomidi*), dal compianto dott. C. Maglio (*Idracnelle*) e dal prof. S. Ruffo (*Gammaridi*). Ci gradito porgere a questi nostri preziosi collaboratori l'espressione della nos-

(1) Nota riassuntiva di una tesi di laurea conseguita da uno di noi (M. RIATTI) presso l'Università degli studi di Camerino con pieni voti assoluti e lode e con dignità di pubblicazione.

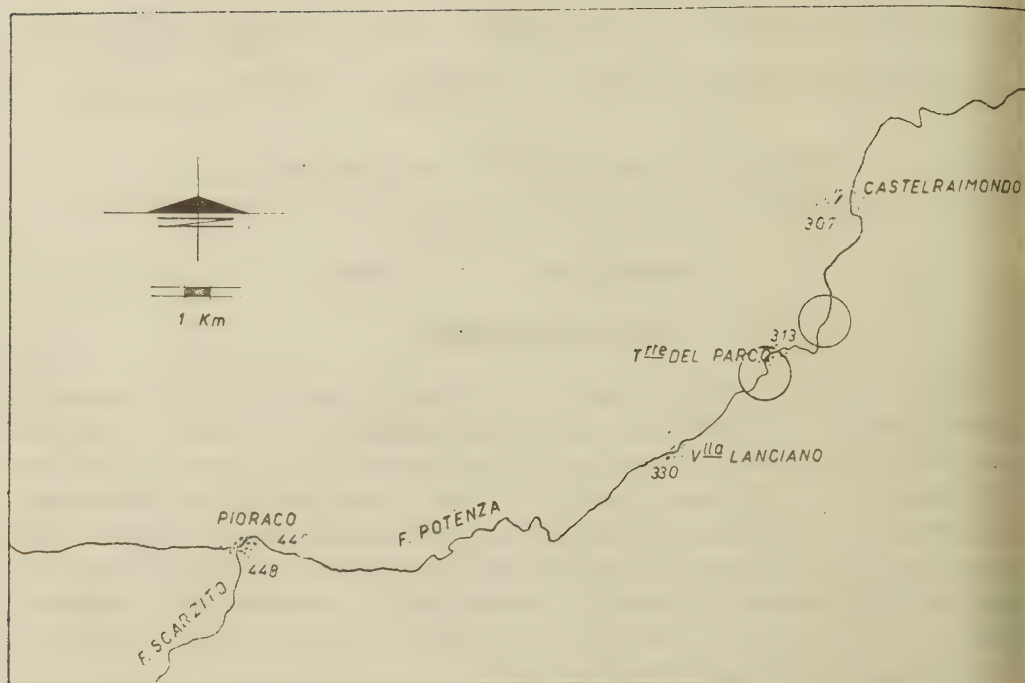


FIG. 1. — Schizzo del corso del F. Potenza con le stazioni di ricerca (tra circoletti).

tra più schietta riconoscenza. In particolar modo consideriamo profondo dovere esprimere la nostra gratitudine al prof. G. P. Moretti ideatore del presente studio e chiarissima guida nell'espletamento delle esperienze e nella spiegazione dei dati raccolti.

Tecnica e metodi; data dei sopralluoghi e misurazioni

Gli esperimenti si sono svolti dall'agosto del 1954 all'ottobre del 1955. Come campo di studio, la scelta è caduta su quel tratto del fiume Potenza che va da Torre del Parco a Castelraimondo (prov. Macerata), cioè in corrispondenza del suo corso appenninico (fig. 1). Qui il fiume si è già autoepurato dai modesti inquinamenti derivanti dagli scarichi delle cartiere nella gola di Pioraco.

In questo settore il letto del Potenza presenta diverse *facies* strutturali, tutte appartenenti però al dominio lotico: fondo pietroso, ciottoloso, sabbioso, fangoso. Poichè a tali biozonule corrispondono determinate biocenosi, si è ritenuto indispensabile scaglionare in ciascuna di esse i blocchetti sperimentali.

Tutte le stagioni dell'anno sono state prese in considerazione, dato che i cicli biologici dei componenti le biocenosi gravano non poco sul computo della densità di popolazione.

Reotropismo e reotassi di animali acquatici petricoli possono essere utilemente indagati facendo ricorso a pietre artificiali di struttura e composizione prestabilite. Poco affidamento infatti darebbero i fondi fluviali, sia pure valu-

statisticamente, a causa della estrema mutevolezza e instabilità dipendenti dalle variazioni del regime idrico.

Sono state impiegate per il presente studio speciali formelle costruite con un impasto di graniglia e cemento capaci di offrire adeguata ospitalità agli organismi acidofili sia a quelli calcicoli. E, per realizzare substrati idonei ad soddisfare tanto le esigenze eureiche quanto quelle subeureiche, alcune formelle sono state confezionate con superficie levigata, altre invece con superficie

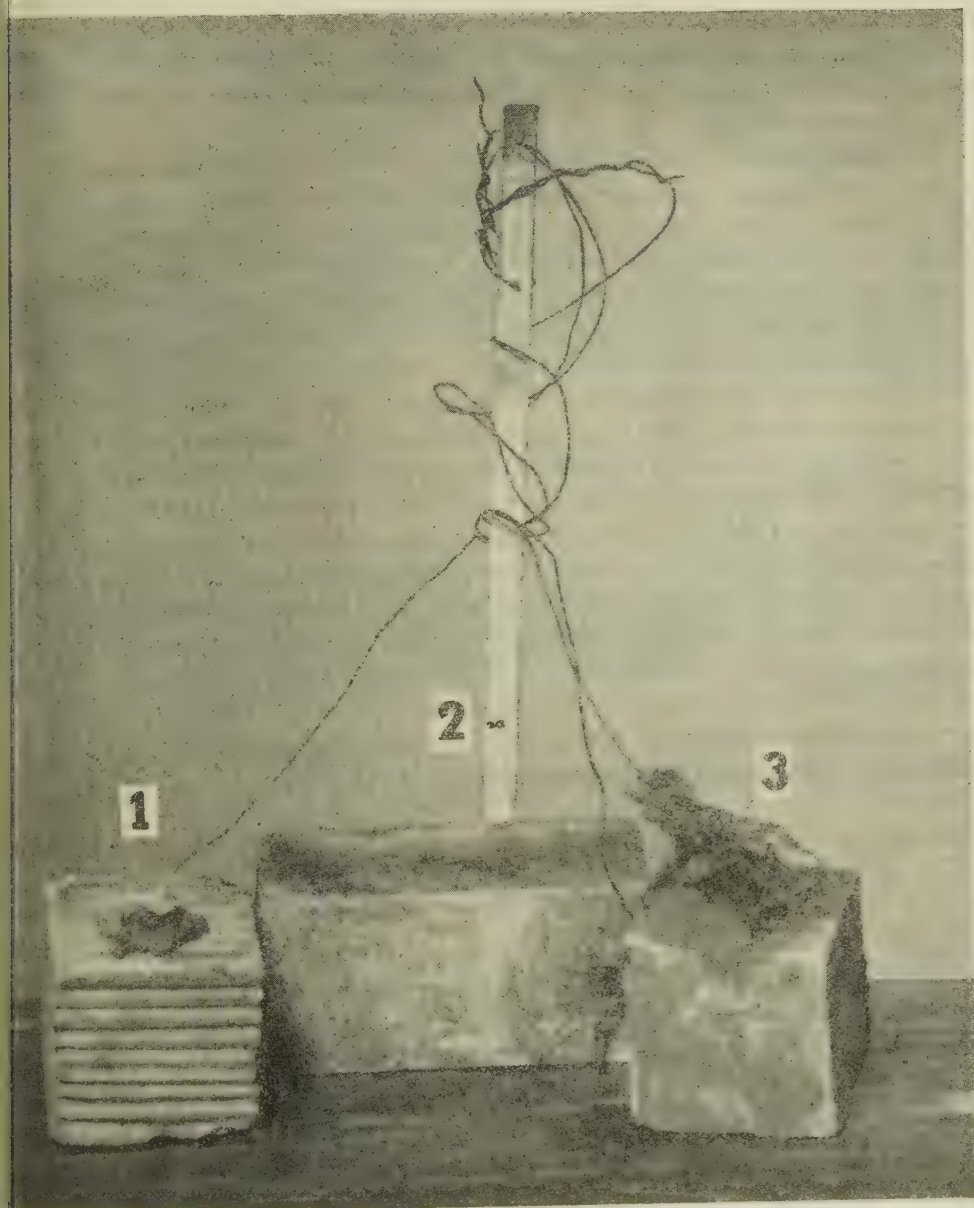


FIG. 1. — Cubetti e parallelepipedo con e senza scanalature, anelli e fili di attacco alla sbarretta di ferro.
(Dim. nat. dei due cubi = cm. 10; dim. nat. del parallelepipedo = cm $10 \times 20 \times 10$).

percorsa da scanalature. Le forme e le dimensioni prescelte sono risultate seguenti:

1° *cubetti* di cm. 10, lisci o con scanalature longitudinali oppure trasversali sulle diverse facce (fot. 1, n. 1 e 3);

2° *parallelepipedi* di cm. (10 × 20 × 10), tutti con facce levigate (fot. 1, n. 2).

La ragione per la quale si è fatto ricorso tanto a formelle cubiche quanto a formelle parallelepipediche va ricercata nel fatto che, mentre le prime consentono di valutare essenzialmente la reotassi, le seconde offrono la possibilità di graduare l'intensità delle esigenze reiche, fermo restando l'orientamento. Al centro di una faccia quadrata era immurato un occhiello di ferro che serviva ad ospitare il filo zincato proveniente dalla sbarra infissa sul fondo del corso d'acqua circa un metro a monte.

Le misurazioni di velocità di corrente sono state effettuate mediante un mulinello contagiri a doppia ruota dentata e con elica a spatola larga e a sezione spirale, onde evitare l'arresto e la facile inversione dei giri a seguito dei moti turbolenti. L'apparecchio, estremamente appiattito e maneggevole, costruito apposta per questi tipi di ricerche, veniva applicato nelle immediate vicinanze della faccia in esame, in modo che l'elica se ne distanziasse solo di qualche centimetro.

È chiaro che la valutazione delle capacità reiche dei vari organismi poteva così essere impostata sulla base delle frequenze di insediamento di ciascuna specie sulle diverse facce di ciascun blocco opportunamente orientato sul fondo. Dalle frequenze parziali e da quelle totali era infatti ragionevole prospettare la possibilità di risalire al grado di reotropismo dei diversi termini amnicotici. Appunto per questo motivo è stato necessario contrassegnare con un adeguato sistema di schede i caratteri fondamentali dell'ambiente bentonico, l'entità sistematica, il numero degli individui presenti per ciascuna faccia, lo stadio di sviluppo, la faccia interessata, la disposizione delle scanalature, la copertura di idrofite o di detriti, la velocità di corrente e la ubicazione rispetto alle sponde, nonché la natura del fondo. Tutto quanto sopra indicato trova esempi esplicativi nella seguente scheda (fig. 2).

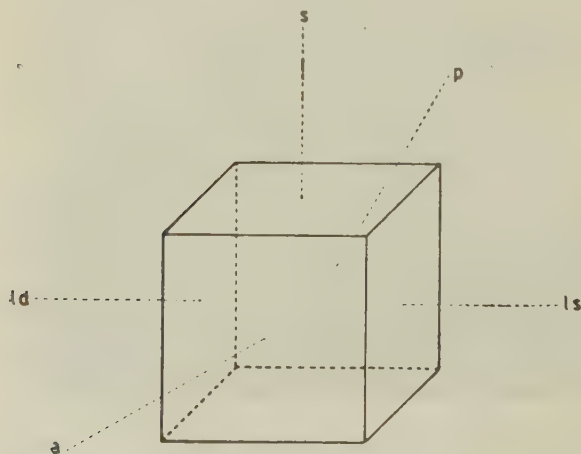


FIG. 2 — Scheda standard di una formella cubica.

Genere - Specie	
N. individui	
Stadio	
Faccia	
Scanalatura	
Velocità corrente m/s	
N. della formella	
Posizione rispetto alla corrente	
Ubicazione rispetto alle sponde	
Natura del fondo	
Insedimenti, depositi	
Copertura idrofite	

I sopralluoghi sono stati in totale 21 (tab. I): 6 preliminari e di orientamento, accompagnati invece da conteggi effettuati per 432 volte consecutive. Dopo osservazioni compiute in una località posta più a monte, Torre del Parco (tav. I, fot. 1 e 2), si rese necessario abbandonare la stazione per manomissione del fondale operata dall'uomo. Le ricerche proseguirono, pertanto, lungo il settore posto più a valle (1 km.), ma sempre ascrivibile al tratto appenninico (tav. I, fot. 3, 4, 5, 6). Tenuto conto dei diversi aspetti del fondo, le stazioni di osservazione furono dapprima 10 e poi si ridussero a 7, per meglio evidenziare le differenze tra i biotopi così qualificati: pietroso, ciottoloso, ghiaioso, sabbioso. Malgrado questa semplificazione, le difficoltà di differenziare un ambiente dall'altro permanevano, avendosi nel fiume sovrapposizioni, inserimenti,

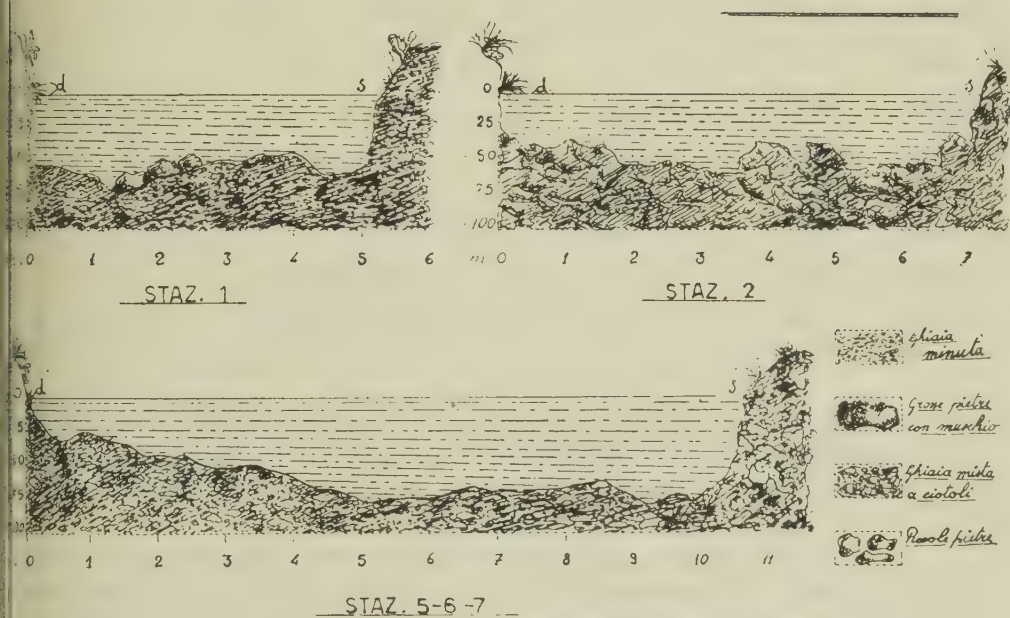


FIG. 3 — Sezioni schematiche del letto del F. Potenza in corrispondenza delle stazioni.

accordi, compenetrazioni delle singole *facies* strutturali, come risulta dagli schizzi desunti dalle sezioni dell'alveo in corrispondenza della località posta presso Castelraimondo (fig. 3).

Il tempo che intercorreva tra la messa a dimora delle formelle e il computo degli insediamenti non fu costante, dato che le vicende idriche del fiume variavano col variare delle precipitazioni. In linea di massima si operavano i conteggi una volta al mese, soprattutto per lasciar tempo ai *potamobionti* di insediarsi sulle formelle a costituire una colonizzazione significativa.

Come si spiegherà meglio più avanti, solo una piccola minoranza di abitanti del fondo fluviale dimostrò di poter fornire elementi utili allo studio che ci eravamo posti. Molti *reobionti*, pur venendo conteggiati, furono poi lasciati da parte perchè non sufficientemente indicativi per il quesito che si andava indagando.

Date dei sopraluoghi e località

DATA		LOCALITÀ	DATA		LOCALITÀ
5 agosto	1954	Torre del Parco	4 luglio	1955	Cava di breccia Castelraimondo Torre del Parco
22 settembre	1954	» » »	16 luglio	1955	» » »
18 ottobre	1954	» » »	27 luglio	1955	» » »
27 novembre	1954	» » »	5 agosto	1955	» » »
27 dicembre	1954	» » »	13 agosto	1955	» » »
22 gennaio	1955	» » »	25 agosto	1955	» » »
22 aprile	1955	» » »	7 settembre	1955	» » »
21 maggio	1955	Cava di breccia (tra Castelraimondo e Torre del Parco)	19 settembre	1955	» » »
4 giugno	1955	» » »	3 ottobre 1955 (m.)		» » »
18 giugno	1955	» » »	3 ottobre 1955 (p.)		» » »
27 giugno	1955	» » »			

In ciascun sopraluogo si procedeva, oltre che all'assunzione dei dati ecologici fondamentali, quali la velocità di corrente, la temperatura, la profondità, anche all'assunzione di valori ambientali accessori, quali la trasparenza e il pH (tab. II).

Ad evitare che l'estrazione delle formelle dall'acqua potesse portare valutazioni errate in seguito alla fuga dei soggetti mobili o spontaneamente distaccantisi, si eseguiva il conteggio immediato di queste forme, cogliendole nella esatta posizione occupata sulla formella e, in un secondo tempo, si conteggiavano le forme sessili aderenti stabilmente al substrato.

Discussione dei reperti

Dalle prove fino ad ora condotte nell'alveo del fiume Potenza (Marone) mediante l'impiego di blocchi di graniglia costruiti per studiare le attitudini ecologiche degli animali correnticoli, sono emersi reperti numerosi che meritano di essere qui discussi.

In primo luogo, sul totale dei rappresentanti raccolti (tab. III) su pietre artificiali, le specie eureofile e quelle subreofile si controbilanciano in un certo equilibrio numerico; ma gli esponenti del dominio lotico sormontano per densità e frequenza quelli del mondo lenitico (tab. IV).

BIOSEDE	Data	Ora	TEMPERATURA		Stato cielo	Trasparenza	pH
			aria C°	acqua C°			
Torre del Parco	5-8-1954	15, 1/4	25°	14°	Coperto	a. limpida	7,3
»	22-9-1954	10	22°	15°	»	»	7,3
»	18-10-1954	9,30	18° 5	10° 5	Sereno	» torbida	7,4
»	27-11-1954	12	12°	11°	»	»	7,4
»	27-12-1954	9,30	10° 4	9° 5	»	» limpida	7,3
»	22-1-1955	10,30	5° 5	7° 5	»	»	7,2
Cava di breccia tra Castelrai-	4-6-1955	12	19°	14°	»	» poco trasparente	7,3
mondo e Torre del Parco ..	18-6-1955	12	20°	15° 5	»	»	7,3
»	4-7-1955	12	28°	19°	»	» limpida	7,3
»	16-7-1955	16,30	25° 5	17° 5	Nuvoloso	»	7,3
»	27-7-1955	16	26°	18° 2	»	» molto torbida (giallastra), trasparenza: cm. 4	7,7
»	5-8-1955	16-19	23° 5-21°	18°-17° 4	»	» » tr. meno di 1 cm.	7,4
»	13-8-1955	16	23°	17°	»	» torbida	7,8
»	25-8-1955	16-19	25°-20°	18° 5-17° 5	»	» trasparenza: cm. 10	7,4
»	7-9-1955	16	23°	18°	Piovoso	» leggerm. torbida trasparenza: cm. 15	7,3
»	19-9-1955	9-12, 1/4	19° 5-22°	13°-14°	Sereno	» » trasparenza: cm. 20	7,2
»	3-10-1955	10, 1/4-16	20°-16°	13°-14°	»	» limpida trasparenza: cm. 30	7,3

Elenco sistematico delle specie rinvenute

CLASSE	GENERE E SPECIE	CLASSE	GENERE E SPECIE
Turbellaria	<i>Planaria</i> sp.	Insecta	<i>Chloroperla</i> sp.
Oligochaeta	<i>Naidide</i>	»	<i>Capnia</i> sp.
»	<i>Limnodrilus</i> sp.	»	<i>Nemura</i> sp.
»	<i>Tubifex</i> sp.	»	<i>Leuctra</i> sp.
»	<i>Eiseniella</i> sp.	»	<i>Sialis</i> sp.
Hirudinea	<i>Herpobdella</i> sp.	»	<i>Tricotteri</i> indet.
»	<i>Glossosiphonia</i> sp.	»	<i>Rhyacophila vulgaris</i> Pic
»	<i>Piscicola geometra</i> L.	»	<i>Rhyacophila persimilis</i> M
Crustacea	<i>Cypris</i> sp.	»	<i>Rhyacophila</i> sp.
»	<i>Echinogammarus pungens</i> M. Edw.	»	<i>Agapetus</i> sp.
»	<i>Asellus aquaticus</i> L.	»	<i>Hydroptila</i> gr. <i>maclachlan</i> Klap.
Aracnida	<i>Idracnelle</i> indet.	»	<i>Polycentropus flavomacul</i> Pict.
»	<i>Protzia eximia</i> Protz	»	<i>Hydropsyche</i> sp.
»	<i>Sperchon plumifer</i> S. Thor	»	<i>Odontocerum albicorne</i> Sc
»	<i>Lebertia (Pilo-)saxonica</i> S. Thor	»	<i>Halesus digitatus</i> Schrk
»	<i>Lebertia (Neo-)maglioi</i> S. Thor	»	<i>Micrasema minimum</i> Mc
»	<i>Atractides anomalus</i> C.h.Kerh	»	<i>Sericostoma</i> gr. <i>siculum</i> M
»	<i>Hygrobates calliger</i> Piersig	»	<i>Coleotteri</i> indet.
»	<i>Hygrobates fluviatilis</i> H. Ström	»	<i>Dryops</i> sp.
»	<i>Megapus nodipalpis</i> S. Thor	»	<i>Hydraena</i> sp.
Insecta	<i>Insetti</i> indet.	»	<i>Helmis Maugei</i> Müll
»	<i>Gomphus vulgatissimus</i> L.	»	<i>Latelmis</i> sp.
»	<i>Ephemeropteri</i> indet.	»	<i>Ditteri</i> indet.
»	<i>Rhithrogena semicolorata</i> Curtis	»	<i>Ceratopogon</i> sp.
»	<i>Rhithrogena</i> sp.	»	<i>Chironomidi</i> indet.
»	<i>Ecdyonurus fluminum</i> Pict.	»	<i>Chironomidi ortocladini</i> i
»	<i>Ecdyonurus</i> sp.	»	<i>Chironomidi chironomini</i> i
»	<i>Potamanthus</i> sp.	»	<i>Cardiocladius</i> sp.
»	<i>Ephemerella ignita</i> Poda	»	<i>Melusina</i> sp.
»	<i>Ephemerella notata</i> Eaton	»	<i>Atherix</i> sp.
»	<i>Ephemerella</i> sp.	Gasteropoda	<i>Gasteropodi</i> indet.
»	<i>Coenis macrura</i> Stephens	»	<i>Pseudoamnicola anatina</i>
»	<i>Coenis</i> sp.	»	<i>Limnaea</i> sp.
»	<i>Baetis</i> sp.	Lamelli- branchia	<i>Ancylastrum</i> sp.
»	<i>Plecotteri</i> indet.	»	<i>Cyclas</i> sp.
»	<i>Dinocras cephalotes</i> Curtis	»	<i>Paludina</i> sp.
»	<i>Dinocras</i> sp.		

Categorie ecologiche dei termini amnicoli

EUREOFILI	SUBREOFILI
<i>Eseniella</i> sp. <i>Perpobdella</i> sp. <i>Tossosiphonia</i> sp. <i>Chinogammarus pungens</i> <i>Prozia eximia</i> <i>Perchon plumifer</i> <i>Pleobertia maglioi</i> <i>Arctides anomalus</i> <i>Gyrobates fluviatilis</i> <i>Gyrobates calliger</i> <i>Megapus nodipalpis</i> <i>Gdyonurus fluminum</i> <i>Gdyonurus</i> sp. <i>Penis macrura</i> <i>Penis</i> sp. <i>Decotteri</i> ind. <i>Pinocras cephalotes</i> <i>Pinocras</i> sp. <i>Gypnia</i> sp. <i>Memura</i> sp. <i>Euctra</i> sp. <i>Hyacophila vulgaris</i> <i>Hyacophila persimilis</i> <i>Hyacophila</i> sp. <i>Hydropsyche</i> sp. <i>Alontocerum albicorne</i> <i>Micrasema minimum</i> <i>Elmis Maugei</i> <i>Etteri</i> ind. <i>Teratopogon</i> sp. <i>Chironomidi</i> ind. <i>Chironomidi ortocladini</i> <i>Helusina</i> sp. <i>Therix</i> sp. <i>Pseudoamnicola anatina</i> <i>Pycylastrum</i> sp.	<i>Planaria</i> sp. <i>Naidide</i> <i>Limnodrilus</i> <i>Tubifex</i> sp. <i>Piscicola geometra</i> <i>Gypris</i> sp. <i>Asellus aquaticus</i> <i>Pleobertia saxonica</i> <i>Rhithrogena semicolorata</i> <i>Rhithrogena</i> sp. <i>Potamanthus</i> sp. <i>Ephemerella ignita</i> <i>Ephemerella notata</i> <i>Ephemerella</i> sp. <i>Baetis</i> sp. <i>Chloroperla</i> sp. <i>Sialis</i> sp. <i>Agapetus</i> sp. <i>Hydroptila</i> gr. <i>maclachlani</i> <i>Polycentropus flavomaculatus</i> <i>Halesus digitatus</i> <i>Sericostoma</i> gr. <i>siculum</i> <i>Dryops</i> sp. <i>Latelmis</i> sp. <i>Chironomidi chironomini</i> <i>Cardiocladius</i> sp. <i>Gasteropodi</i> ind. <i>Limnaea</i> sp. <i>Cyclas</i> sp. <i>Paludina</i> sp.

Velocità medie di corrente, numeri

(Fiu

N. Stazioni	vc. m/s.	Ubicaz. e nat. fondo	Cubo	f. s.		f. a.		n. i.
				n. i.	vc.	n. i.	vc.	
1	0,24	Fondo ghiaioso	Liscio	8	0,41	—	0,49	—
			a sc.o.	6	0,56	1	0,47	—
			a sc.v.	4	0,34	3	0,19	—
2	0,42	Fondo pietroso	Liscio	—	0,58	1	0,41	—
			a sc.o.	16	0,63	13	0,47	—
			a sc.v.	19	0,63	6	0,37	—
3	0,02	Fondo sabbioso	Liscio	1	0,16	35	0,04	—
			a sc.o.	9	0	4	0	—
			a sc.v.	2	0,04	11	0	—
4	0,33	Centro fiu- me (ciotoli)	Liscio	8	0,48	1	0,52	—
			a sc.o.	2	0,48	—	0,34	—
			a sc.v.	—	0,55	—	0,35	—
5	0,18	Sponda si- nistra (cio- toli, sabbia)	Liscio	—	0,23	—	0,23	—
			a sc.o.	3	0,29	14	0,29	—
			a sc.v.	5	0,24	13	0,24	—
6	—	Sponda de- stra (melma)	Liscio	1	—	—	—	—
			a sc.o.	—	—	1	—	—
			a sc.v.	3	—	—	—	—
8	0,23	Basso-fon- do (ciotoli)	Liscio	5	0,25	2	0,25	—
			a sc.o.	9	0,37	4	0,37	—
			a sc.v.	3	0,35	5	0,35	—
9	0,31	Forte corrente (ghiaia)	Liscio	1	0,48	2	0,48	—
			a sc.o.	9	0,39	1	0,39	—
			a sc.v.	5	0,37	7	0,37	—
10	0,01	Debole corrente (ciotoli)	Liscio	7	0,04	8	0	—
			a sc.o.	8	0,03	10	0	—
			a sc. v.	10	0	11	0	—
TOTALE INDIVIDUI...				144		153		1
MEDIE TOTALE VC...					0,28		0,24	

INDICAZIONE

f. a. = faccia an-
f. i. = faccia inf-
f. ld. = faccia lat-
f. ls. = faccia lat-
f. p. = faccia po-

TABELLA V

potamobionti sulle facce (f.) dei cubi

(co)

vc.	f. p.		f. i.	Totale di ogni cubo		Media c. strlati, confronto coi lisci		Totale di ogni stazione	
	n. i.	vc.	n. i.	n. i.	vc.	n. i.	vc.	n. i.	vc.
0,13	—	0,03	1	9	0,20	9	0,20	68	0,21
0,38	12	0	1	25	0,26				
0,25	6	0,07	5	34	0,16	29	0,21		
0,55	—	0,12	—	5	0,36	5	0,26	91	0,37
0,41	7	0,27	1	42	0,38				
0,54	6	0,15	6	44	0,37	43	0,37		
0	10	0	35	94	0,05	94	0,05	206	0,02
0	6	0	8	60	0				
0	8	0	5	52	0,01	56	0		
0,38	1	0,07	—	10	0,30	10	0,30	32	0,28
0,39	2	0,06	1	14	0,28				
0,29	6	0,02	1	8	0,26	11	0,27		
0,19	—	0,04	5	15	0,14	15	0,14	117	0,15
0,20	3	0,03	8	62	0,17				
0,22	1	0,01	2	40	0,14	51	0,15		
—	—	—	—	2	—	2	—	19	—
—	1	—	—	3	—				
—	4	—	—	14	—	8	—		
0,28	2	0,10	—	16	0,17	16	0,17	63	0,19
0,25	3	0,05	1	23	0,18				
0,23	6	0,07	5	24	0,22	23	0,20		
0,24	4	0,08	2	10	0,25	10	0,25	80	0,24
0,40	8	0,05	5	33	0,25				
0,34	7	0,12	3	37	0,23	35	0,24		
0	8	0	1	26	0,01	26	0,01	132	0,01
0,03	6	0	20	54	0,01				
0	15	0	3	52	0	53	0		
	132		119	805					
0,29		0,05							

IONI:

accia superiore
 numero individui
 analatura orizzontale
 analatura verticale
 velocità di corrente
 attino di pesca, ecc.

Velocità medie di corrente, numeri

(Figg.)

N. stazioni	vc. m/s.	Ubicaz. e nat. fondo	Cubo	f. s.		f. a.		n. i.
				n. i.	vc.	n. i.	vc.	
1	0,17	fondo pietroso	Liscio	1	0,20	4	0,21	
			a sc.o.	7	0,23	23	0,24	
			a sc.v.	12	0,19	7	0,17	
2	0,23	forte corrente (pietre, ciotoli)	Liscio	107	0,36	23	0,39	
			a sc.o.	64	0,30	5	0,32	
			a sc.v.	21	0,23	11	0,29	
3	0,20	fondo ghiaioso	Liscio	7	0,36	16	0,24	
			a sc.o.	60	0,29	14	0,23	
			a sc.v.	36	0,31	9	0,23	
4	0	fondo sabbioso	Liscio	4	0	—	0	
			a sc.o.	28	0	6	0	
			a sc.v.	15	0	6	0	
5	0	sponda destra (ghiaia)	Liscio	1	0,01	1	0	
			a sc.o.	21	0,01	8	0,01	
			a sc.v.	13	0	7	0	
6	0,02	centro fiume (ghiaia)	Liscio	6	0,03	10	0,03	
			a sc.o.	11	0,02	24	0,02	
			a sc.v.	33	0,04	11	0,03	
7	0,01	sponda sinistra (ghiaia, ciotoli)	Liscio	4	0,02	10	0,01	
			a sc.o.	24	0,01	15	0,01	
			a sc.v.	4	0,03	14	0,01	
TOTALE INDIVIDUI....				479		224		28
MEDIE TOTALE VC.					0,14		0,12	

MEDIA GLOBALE per i biotopi indicati nella Tabella V e VI: cubi lisci = 187 individui

INDICAZIONI

- f. a. = faccia all.
- f. i. = faccia int.
- f. ld. = faccia lat.
- f. ls. = faccia lev.
- f. p. = faccia p.

Nota - Per la stazione 4 mancano le ultime tre osservazioni; la stazione 2 si avvale di un'osservazione in più

TABELLA VI

potamobionti sulle facce (f.) dei cubi

ndo)

vc.	f. p.		f. i.	Totale di ogni cubo		Media c. striati confronto coi lisci		Totale di ogni stazione	
	n. i.	vc.	n. i.	n. i.	vc.	n. i.	vc.	n. i.	vc.
0,20	1	0,04	4	19	0,13	19	0,13	158	0,14
0,18	6	0,02	9	88	0,15				
0,16	6	0,02	4	51	0,14	69	0,14		
0,21	58	0,12	19	365	0,21	365	0,21	739	0,19
0,27	68	0,12	14	208	0,20				
0,23	79	0,08	22	166	0,16	187	0,18		
0,23	3	0,03	16	56	0,19	56	0,19	348	0,18
0,26	14	0,01	12	178	0,17				
0,26	4	0	11	114	0,17	146	0,17		
0	—	0	1	11	0	11	0	115	
0	5	0	1	66	0				
0	2	0	3	38	0	52	0		
0,01	5	0	10	42	0	42	0	188	0
0,01	8	0	13	92	0,01				
0	10	0	9	54	0	73	0		
0,02	1	0	4	36	0,02	36	0,02	226	0,02
0,01	10	0	4	81	0,01				
0,02	6	0	20	109	0,02	95	0,01		
0,01	5	0	11	37	0,01	37	0,01	215	0,01
0,01	21	0	19	109	0,01				
0,01	7	0	22	69	0,01	89	0,01		
	319		228	1989					
0,17		0,03							

individui.

IONI

nota superiore

numero individui

analatura orizzontale

analatura verticale

velocità di corrente

Si ritiene positivamente chiarito che i blocchi, o pietre artificiali, a superfici rugose e scanalate ospitano di norma un numero più elevato di esponenti della fauna potamofila.

Il computo numerico della densità di popolazione complessivamente ventariata sulle pietre sperimentali ha dato infatti i seguenti valori (tab. tab. VI):

cubi lisci.... = 187 individui,
cubi ondulati = 309 individui.

Il reperto relativo alla maggiore colonizzazione delle pietre a superficie ondulata risponde alle aspettative; è convincente infatti che le superfici ricche di anfratti offrano agli organismi che vi si instaurano maggiori possibilità di ricovero e di protezione contro il convogliamento da parte della corrente, mentre questi stessi possono fruire di tutti i benefici che il ricambio d'acqua continua adduce loro: costante apporto di alimento, adeguata respirazione, ecc.

In due sole osservazioni il maggior infittimento della popolazione dei blocchi ondulati non è stato confermato: durante l'epoca della deposizione delle uova (*Efemeroteri*, *Plecoteri*, *Tricotteri*, *Chironomidi*, *Irudineidi*) le pietre lisce sono rivelate substrato prescelto per la deposizione di masse ovigere, mentre le pietre scanalate risultavano nel contempo più povere di ovideposizioni. Anche qui però il rilievo trova spiegazione se si pone mente al fatto che alla struttura a placche o a sferule gelatinose delle masse ovigere, nonchè alla loro ampiezza meglio si addicono le superfici lisce ed omogenee di quelle ondulate. La ovideposizione di questi organismi ammicoli offre quindi un esempio di reotropismo spiccatamente positivo (tab. VII, tab. VIII).

TABELLA

Numero delle masse ovigere sul totale dei cubetti (432 osservazioni)

Masse ovigere di:	18 ottobre 1954	27 novembre 1954	27 dicembre 1954	22 gennaio 1955	4 giugno 1955	18 giugno 1955	4 luglio 1955	16 luglio 1955	27 luglio 1955	5 agosto 1955	13 agosto 1955	25 agosto 1955	7 settembre 1955	19 settembre 1955
<i>Planaria</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	1	—
<i>Herpobdella</i>	1	—	—	—	2	—	1	16	11	1	1	2	1	—
<i>Idracnelle e insetti</i> indet.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	155	1
<i>Plecoteri</i> indet.....	—	—	—	—	—	—	4	7	34	—	1	42	18	4
<i>Tricotteri</i> indet.....	—	—	—	—	—	—	—	—	65	—	1	—	—	—
<i>Polycentropus</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	10	—	—	2	—	—
<i>Hydropsyche</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	33	1	3	—	—	—
<i>Sericostoma</i>	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Coleoteri</i> indet.....	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—
<i>Ditteri</i> indet.....	—	—	—	—	—	—	14	2	—	1	—	—	—	—
<i>Chironomidi</i> indet....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	131	—	1
<i>Gasteropodi</i> indet.....	—	5	—	—	—	—	—	—	16	—	—	—	—	—

Un'altra eccezione è invece rappresentata dal rinvenimento di una fitta popolazione di stadi immaturi di *Simulium* sui blocchi lisci (tab. IX, 4- X-1954). Ma anche in questo caso le conoscenze sull'ecologia di questo insetto vengono in aiuto nell'interpretazione del fenomeno: *Simulium* è eureofilo e anche sulle pietre naturali si impianta regolarmente su quelle più lisce e più violentemente battute dalla corrente. Nè fa eccezione il caso qui riportato, al momento che, se anche il blocco era stato impostato su fondo sabbioso e in una debole corrente, l'unico substrato che la specie poteva eleggere a dimora in un biotopo del genere per appagare un *minimum* di esigenze ricche era costituito proprio da queste pietre emergenti dal fondo psammico.

Si è potuto anche mettere in evidenza che, se in certi biotopi la popolazione si addensa indifferentemente nelle scanalature dirette in senso ortogonale rispetto alla corrente o parallelamente ad essa, nella generalità dei casi,

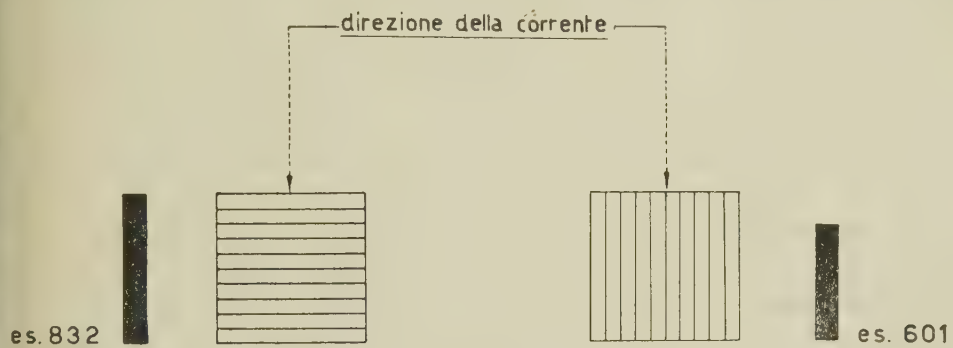


FIG. 4 — Maggiore densità di popolazione sulle superfici a scanalature normali rispetto alla direzione della corrente (F. Potenza).

Le scanalature orientate in senso normale alla corrente ospitano un numero maggiore di individui (fig. 4).

Il numero totale degli individui rinvenuti sui cubi sommersi in acque veloci risulta molto superiore a quello dei cubi impostati su fondali dilavati da acque lente. A convalida di ciò si riportano i seguenti valori:

vc. m/s. 0,19 = 593 individui;

vc. m/s. 0,01 = 215 individui.

Il primo valore corrisponde a fondi di pietre e ciottoli, il secondo ad alveo ottoloso-ghiaioso e sabbioso. È intuitivo che la natura del fondo rispecchi direttamente la velocità di corrente, ma è anche evidente che la struttura dello alveo sommerso esercita azione diretta, non solo sulla composizione della zoocostruzione delle pietre sperimentali, ma anche sulla densità media di popolazione.

Quanto a densità di colonizzazione, debole differenza è apparsa esistere tra le formelle poste su fondi ghiaiosi e le formelle disseminate sulla sabbia; le prime avendo denunciato 318 individui, le seconde 321. Numeri troppo vicini tra loro per poter essere posti in discussione. Evidentemente si assiste a un equivalente afflusso di termini su substrati solidi emergenti da fondi instabili.

TABELLA VIII

Numero e distribuzione delle masse ovigere sulle diverse facce delle formelle
Cubiche

Masse ovigere di:	Faccia	18 ottobre 1954	27 novembre 1954	27 dicembre 1954	22 gennaio 1955	4 giugno 1955	18 giugno 1955	4 luglio 1955	16 luglio 1955	27 luglio 1955	5 agosto 1955	18 agosto 1955	25 agosto 1955	7 settembre 1955	19 settembre 1955	3 ottobre 1955
<i>Planaria</i>	s															
	a															
	ld													1		
	ls															
	p									2						
	i															
<i>Herpobdella</i>	s							1	4	3						
	a					1			1							
	ld					1				3		1				
	ls								5		1					
	p								1	3						
	i								5	2			2	1		
<i>Insetti</i> indet.	s															
	a													20	1	
	ld													44		
	ls													91		
	p															
	i															
<i>Plecoteri</i>	s															
	a							1	3				15		1	
	ld							2					2	4	1	
	ls								3	22		1	15	4	1	
	p									5			7	2		1
	i							1	1	4			3	8		2

[illegible]

Passiamo ora a considerare i rapporti che intercorrono tra le singole facce e le rispettive densità di popolazione in rapporto alla velocità di corrente (fig. 5). I valori sottoindicati rappresentano le medie desunte dal totale di 432 conteggi per ciascuna faccia. Più che la velocità effettiva della corrente conta nella distribuzione numerica dei reobionti l'orientamento della faccia rispetto ai filetti d'acqua. Infatti, benchè il diagramma metta in rilievo una maggiore densità di popolazione in corrispondenza delle più elevate velocità di deflusso.

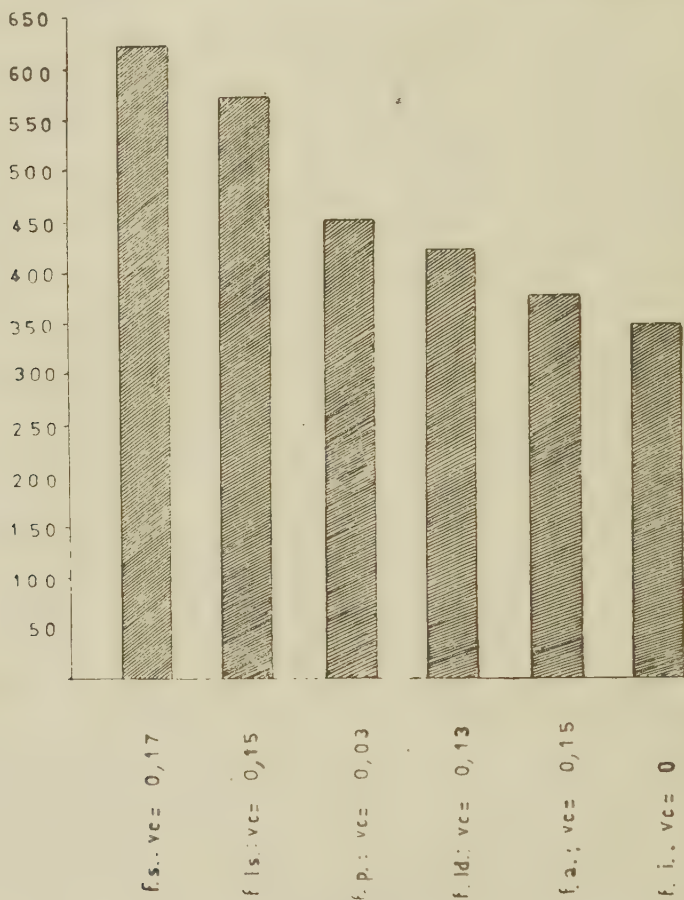


FIG. 5 — Diagramma consuntivo delle velocità di corrente e delle densità di popolamento sulle sei facce delle formelle sperimentali (medie dei 342 conteggi).

(623 individui per $vc = 0,17$ m/s sulla faccia superiore) ed un numero minimo di colonizzatori nei punti a velocità di corrente nulla (347 individui per la faccia inferiore), risulta in realtà che il meccanismo è legato direttamente alla turbolenza dell'acqua e indirettamente alla velocità di deflusso.

La faccia laterale sinistra, ad esempio, che è battuta da una corrente di $0,15$ m/s sopporta una copertura di circa 576 individui mentre la faccia anteriore, interessata da una velocità di deflusso identica, si è popolata di soli 378 potamobionti; d'altra parte la faccia posteriore, interessata da una spinta

reica pari a 0,03 m/s offre dimora a 451 ospiti, mentre la faccia laterale destra con 0,13 m/s di vc. fa registrare un divario di 28 individui in meno rispetto alla precedente.

È evidente che le cosiddette velocità limite di corrente non possano essere individuate col sistema dei blocchetti sperimentali, mentre questo stesso metodo informa con chiarezza sulla scelta elettiva da parte dei termini reofili delle facce meglio colonizzabili. Infatti per l'organismo è corrente anche il gorgo o l'inversione turbolenta del filetto idrico che il correntometro non consente di mettere in rilievo.

Dal quadro generale della colonizzazione delle pietre artificiali impostate ai vari fondi del fiume Potenza, è possibile trarre un primo bilancio sulle capa-

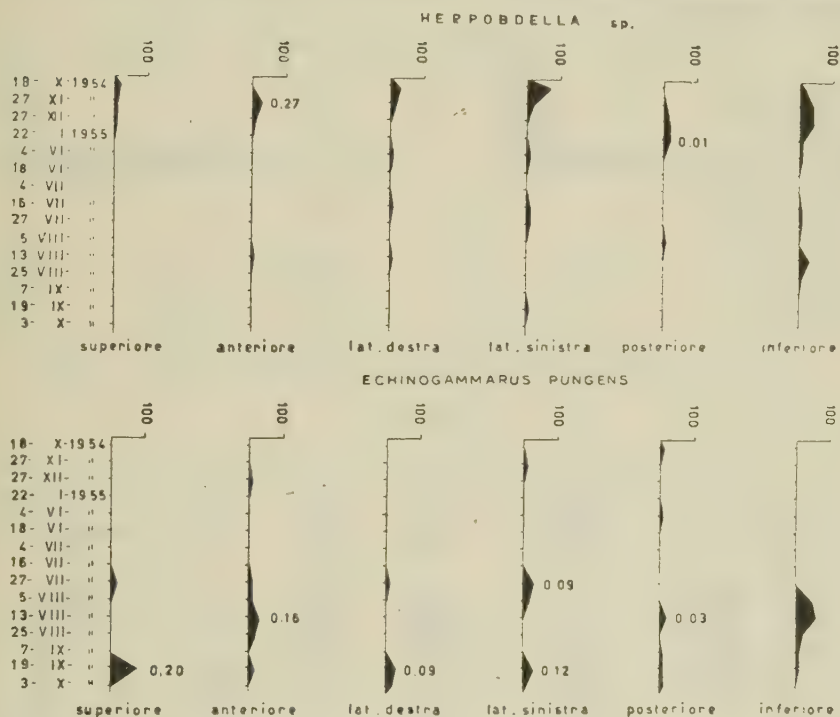


FIG. 6 — Distribuzione di *Herpobdella* sp. e *Echinogammarus pungens* L. M. Edw. sulle singole facce.

ità discriminative dei principali termini correnticoli per le diverse facce dei blocchetti, intese come domini lotici di diversa entità reica.

Herpobdella sp. (fig. 6) (1) è reperibile su tutte le facce, ma ha mostrato una certa predilezione per quelle che possono offrirle più adatto ricovero, più proficua ricerca di preda e migliore soddisfacimento delle esigenze reiche. Tali condizioni erano evidentemente state realizzate, nel corso di questi esperimenti, sulla faccia inferiore e dalla laterale sinistra.

(1) Le cifre delle ordinate indicano in questo diagramma, e nei successivi, il numero degli individui rinvenuti in tutte le facce dei cubetti. Al vertice delle più significative frequenze è indicato il valore di velocità di corrente (m/s).

Echinogammarus pungens (fig. 6) è distribuito con minore chiarezza del bionte precedente, ma ha dato la maggiore frequenza di rinvenimento sulle facce superiore ed inferiore, ossia nel punto più battuto dalla corrente, con comparse popolose ma sporadiche, e in quelle meno interessate dal dilavamento con frequenze più omogenee e persistenti.

Le *Idracnellae* (fig. 7) sono state reperite su tutte le facce, tranne l'anteriore, le punte massime sono state osservate per la faccia posteriore e per la laterale sinistra, quest'ultima battuta da una corrente di 0,13 m/s di velocità ed esposta al fluire principale delle acque.

Coenis sp. (fig. 7) è presente su tutte le facce, ma si rinviene con frequenza più alta e con maggiore regolarità sulla faccia superiore. Anche *Coenis* quindi è termine eureofilo.

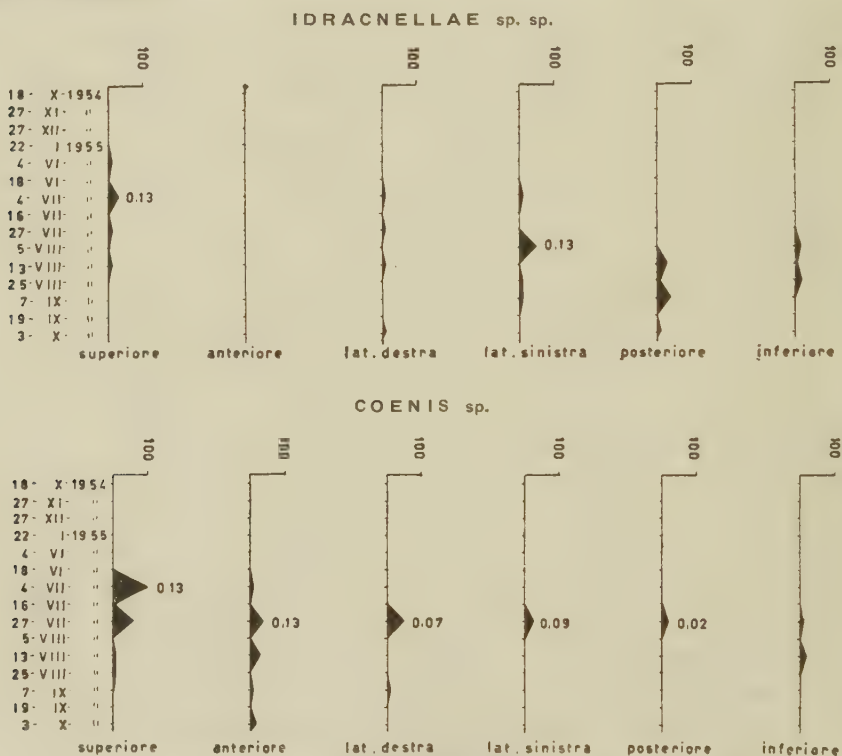


FIG. 7 — Distribuzione di *Idracnellae* sp. e *Coenis* sp. sulle singole facce.

Ecdyonurus sp. (fig. 8) popola tutte le facce, con marcata predilezione però per quelle più ampiamente battute dal defluire delle acque, ossia per la superiore e per le laterali con velocità di corrente di 0,11-0,13 m/s.

Baetis sp. (fig. 9) abbonda su tutte le facce, con qualche elettività per la superiore, spesso più battuta delle altre dalla corrente (vc. 0,31).

Rhyacophila sp. (larva e ninfa) (2) (fig. 9) visita tutte le facce con lieve predilezione per quelle molto interessate dalla corrente, ove la larva si indugia

(2) Si precisa l'*habitat* reico anche della ninfa dei Tricotteri che è sempre uno stadio fisso

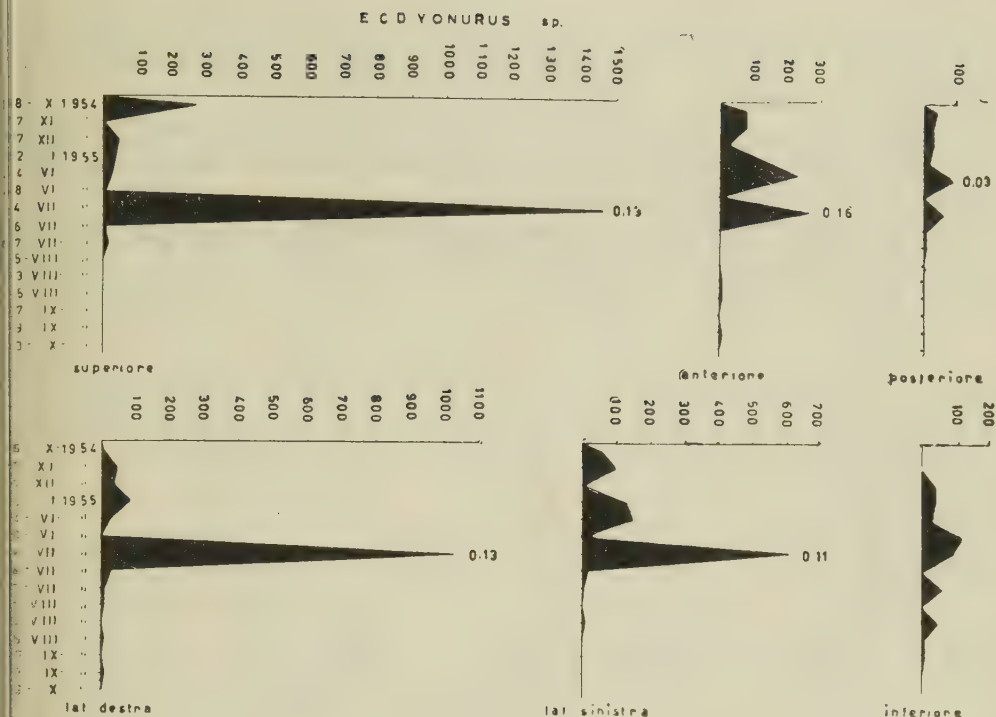


FIG. 8 — Distribuzione di *Ecdyonurus* sp. sulle singole facce.

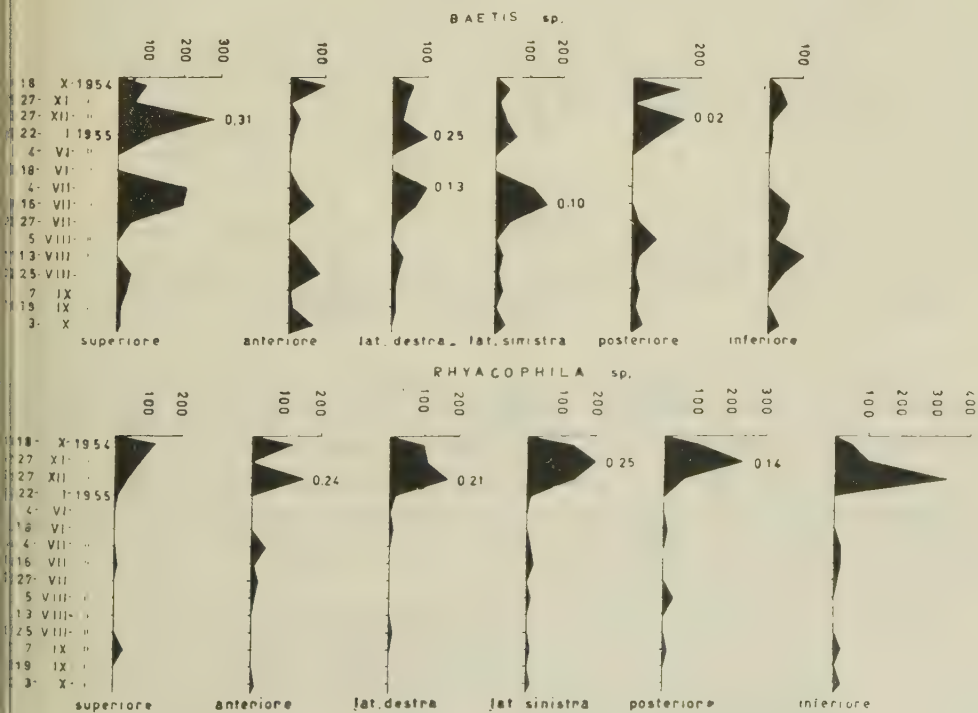


FIG. 9 — Distribuzione di *Baetis* sp. e *Rhyacophila* sp. sulle singole facce.

a predare (vc. 0,14-0,25). La ninfa invece si affolla, come nelle pietre, nella faccia inferiore più protetta e meno dilavata dalla corrente (vc. 0,01-0,03 naturali).

Hydroptila sp. (larva e ninfa) (fig. 10) è stata reperita un po' su tutte le facce, ma sempre in misura scarsissima su quella superiore dove è più esposta alla luce e al rischio di convogliamenti (vc. 0,23 m/s).

Polycentropus sp. (fig. 10) presenta analogo comportamento con differenze etologiche stagionali di cui si dirà più avanti.

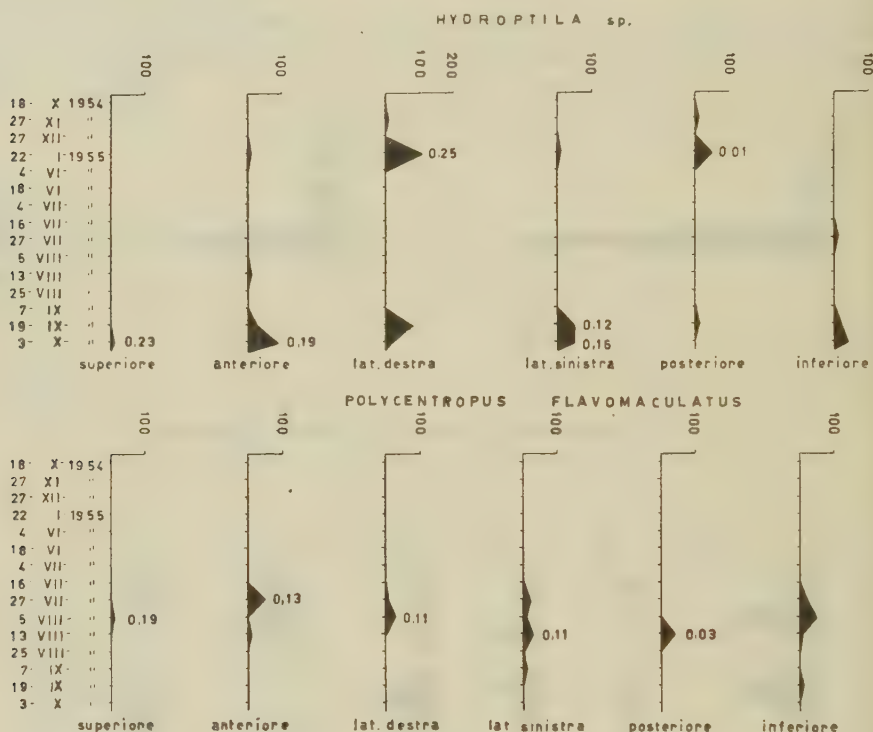


FIG. 10 — Distribuzione di *Hydroptila* sp. e *Polycentropus flavomaculatus* Piet. sulle singole facce.

Hydropsyche sp. (larva e ninfa) (fig. 11) popola tutte le facce senza evidente elettività reica, purchè esposte all'apporto di carico biologico (vc. 0,01-0,2 m/s), esattamente come si verifica sui fondi pietrosi naturali.

Helmis Maugéi (fig. 11) è piuttosto ubiquista rispetto alle facce, ma tende a diradarsi sulla faccia superiore; la faccia posteriore, quella laterale sinistra e quella anteriore sono le prescelte. Dunque un eurireico con limite ottimale compreso tra 0,04 e 0,13 m/s.

Simulium sp. (fig. 12) offre il quadro più significativo dell'addensamento reico: presente su tutte le facce predilige con evidenza la faccia anteriore, con quella più interessata dalla corrente, suo impianto elettivo. Abbonda sulla laterale sinistra perchè più esposta delle altre alla corrente.

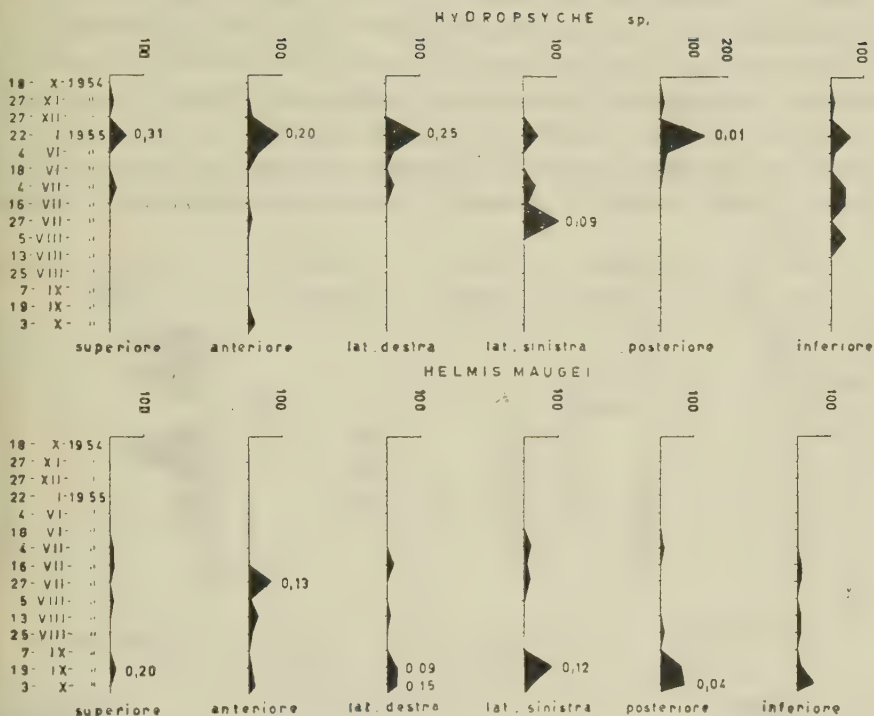


FIG. 11 — Distribuzione di *Hydropsyche* sp. e *Helmis Maugei* Müll. sulle singole facce.

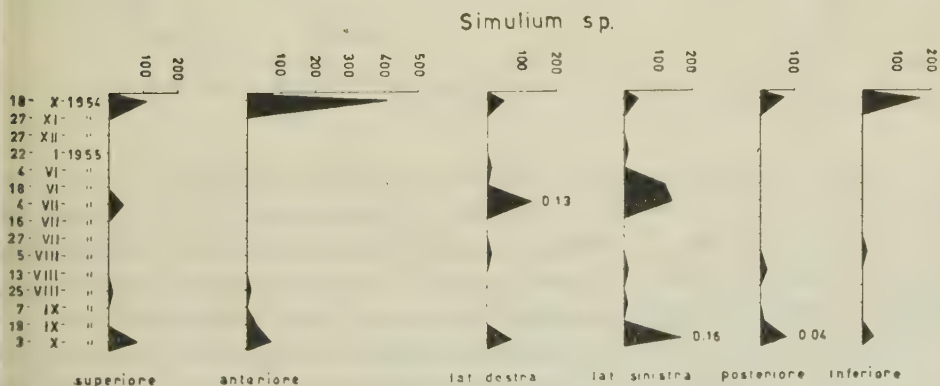


FIG. 12 — Distribuzione di *Simulium* sp. sulle singole facce.

Dalle ricerche fin qui discusse è possibile anche dedurre, se non proprio l'andamento del ciclo biologico dei bionti sopranominati, per lo meno il calendario della colonizzazione dei blocchetti sperimentali (fig. 13).

Herpobdella (fig. 13) può dirsi visitatrice delle pietre artificiali per tutto l'anno con massimi afflussi autunnali. Anche i *Gammaridi* disertano i blocchi solo in giugno-luglio, ma deve trattarsi di assenze accidentali e quindi non significative, poichè in agosto e settembre vi ricompaiono in forti stuoli.

Le *Idracnellae* sono esponenti di rinvenimento quasi costante dall'estate all'autunno. *Coenis* (fig. 13) è termine di consueta colonizzazione estiva per

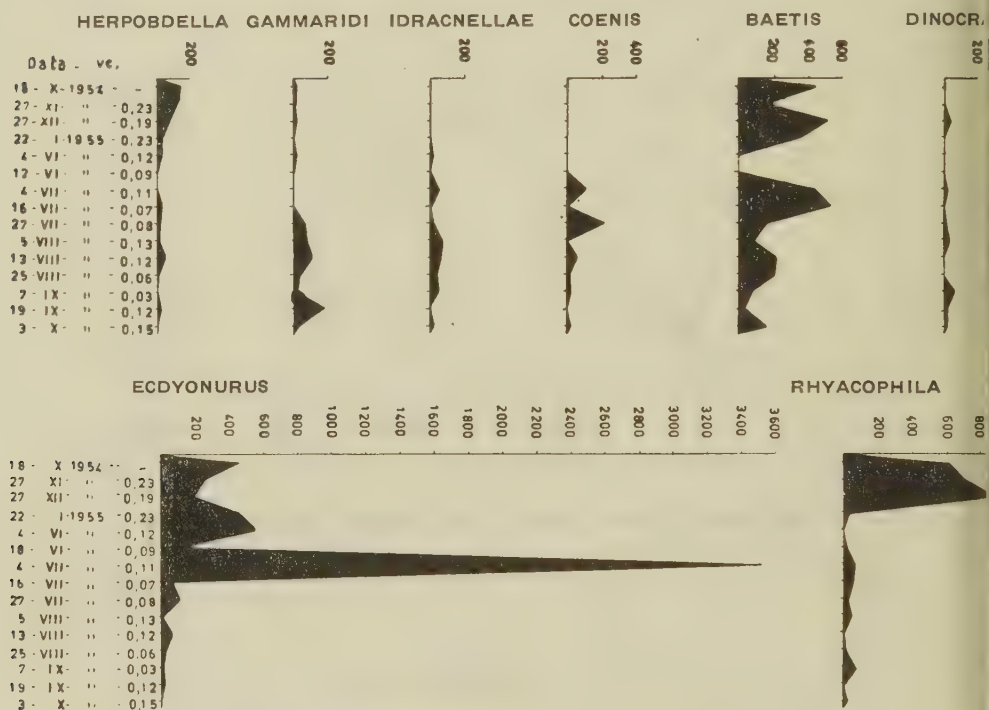


FIG. 13 — Numero totale degli individui di otto reobionti su tutte le facce.

cubi. *Baetis* è uno dei più tipici rappresentanti di questo mondo petricolo artificiale, che essa non popola solo in giugno; l'andamento delle sue ondate successive nel corso dell'anno lo definisce termine indicativo della biozonula delle formelle. *Dinocras*, forse in dipendenza dal limite ottimale delle sue esigenze biologiche, figura con esigue rappresentanze ad andamento fluttuante.

Termine molto indicativo per le sue comparse numeriche ad andamento esplosivo sulle formelle è l'*Ecdyonurus* che non è mai assente nel corso dell'anno. Afflussi imponenti si hanno per questa specie nel mese di luglio, mentre negli altri mesi il decremento è molto marcato.

Rhyacophila (fig. 13) frequenta i blocchi sommersi per lo più allo stadio larvale, ma notevoli aliquote invernali di ninfe incidono sull'andamento del

ussi, mentre nelle rimanenti stagioni la specie vi si addensa con modeste presentanze.

Agapetus (fig. 14) si fissa sulle pietre sperimentali nella tarda estate ed in autunno, disertando invece questi ambienti per tutto il resto dell'anno.

Si tratta in prevalenza di elettiva scelta dei substrati nel periodo della zofosi, come dimostrato dai foderi vuoti e dalle poche larve in atto di imparsi.

Diversamente dalle specie precedenti *Hydroptila* (fig. 14) visita le pietre artificiali nell'inverno, allo stadio di larva e nella tarda estate e in autunno,

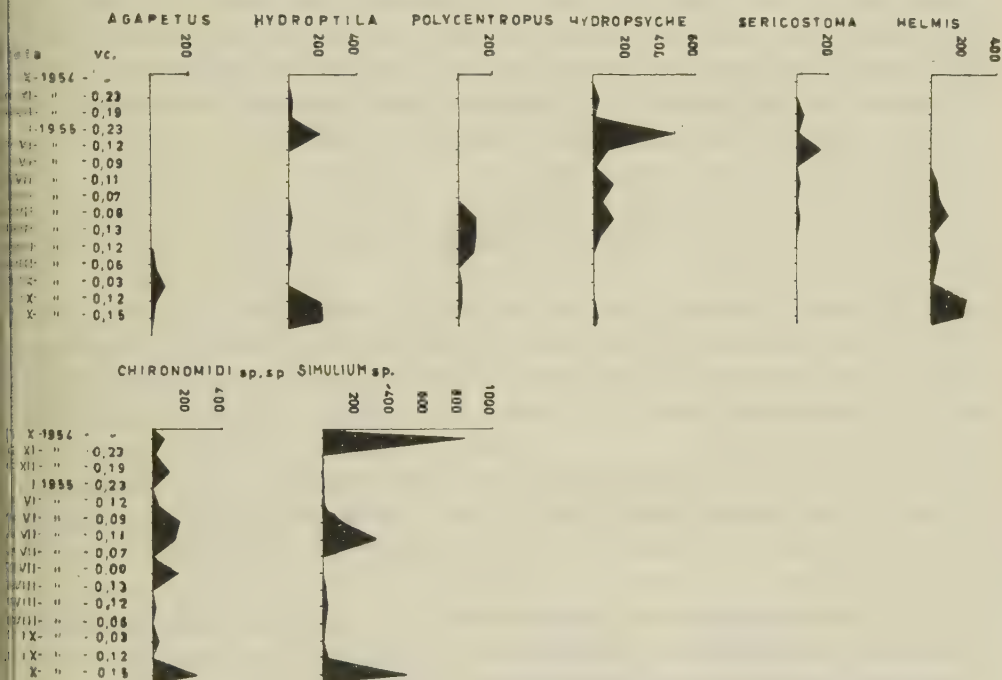


FIG. 14 — Numero totale degli individui di altri otto reobionti su tutte le facce.

prevalenza allo stadio di ninfa. Tra i due massimi di afflusso si hanno acci-
ntali reperti.

Polycentropus (fig. 14) mostra una chiara scelta dei blocchi nel periodo
vo, per trasformarsi in ninfa e per attuare la ovideposizione. Avviene
che in questo mese si incontrano contemporaneamente larve mature,
ninfe, ninfe e uova. Per il resto dell'anno i cubi non vengono visitati.

Hydropsyche (fig. 14 e tab. VII) popola le pietre sperimentali con elevati
tingenti larvali nel periodo invernale, mentre nel periodo estivo si osserva
ipetersi di un afflusso larvale molto più modesto ed uno ninfale lievemente
marcato, cui fa riscontro il reperto di un gettito evidente di masse
gere.

Sericostoma siculum (fig. 14) si aggancia ai cubi nella tarda primavera e nella prima estate, agli ultimi stadi larvali, evidentemente durante gli spostamenti che l'insetto compie alla ricerca di un adatto substrato per la ninfa. Questa si compie però più frequentemente nella ripa terrosa sommersa dalla proda. Deboli e, niente affatto significative, le rappresentanze invernali ed estive.

Helmis Maugei (fig. 14) visita le pietre sperimentali nei mesi estivi, prevalentemente allo stadio adulto e in autunno, preferibilmente come larva. I suoi afflussi maggiori non si interrompono, salvo che nel periodo invernale.

I *Chironomidi* (fig. 14) sono presenti per tutto l'anno con affollamenti e andamento ciclico. Si deve vedere nel decorso ondulante della curva di colonizzazione, oltre al concludersi del ciclo di sviluppo, lo scarso adattamento delle larve al substrato di recente impostazione povero di pabulum epilittorale.

Simulium (fig. 14) può dirsi reperibile, quasi, per tutto l'anno con numerose rappresentanze larvali in autunno e all'inizio dell'estate.

Considerazioni generali

L'adozione di pietre artificiali, aventi superficie nota e diverso grado di rugosità, per limitare sperimentalmente il campo delle indagini, volte a chiarire il complesso fenomeno che va sotto il nome di reotropismo, se per alcuni ha risposto alle aspettative, per altri ha dimostrato che il problema è tutt'altro che di facile soluzione.

È intuitivo che gli invertebrati torrenticoli non si distribuiscono a caso sui fondali dei corsi d'acqua, ma popolano elettivamente substrati differenti e zone più o meno intensamente interessate dalla corrente, obbedendo alle loro esigenze ricche.

Solo un atteggiamento eccessivamente categorico e, come tale non aderente alla realtà naturale, può però far ritenere che gli organismi reofili obbediscano a rigorose leggi nel distribuirsi sui fondi fluviali.

Il fenomeno « corrente » governa la distribuzione dei reobionti in concomitanza con altri fattori, e non disgiuntamente da essi, ed è proprio questa coesistenza di cause ciò che infirma i concetti ecologici vincolati al solo fattore di velocità di deflusso. La difficoltà sta appunto nel poter sceverare le responsabilità dei singoli fattori che, in natura, non incidono mai l'uno indipendentemente dall'altro. D'altra parte non risulta ancora possibile creare sperimentalmente ambienti nei quali gli organismi reofili possano comportarsi come tests di biologia sperimentale ridotta al solo elemento reico. Fino a qual punto una comunità si instauri in dipendenza del solo fattore corrente, ignorando leggi trofiche e stimoli della riproduzione e cicli biologici, veramente non sapremmo specificare: nè potremmo immaginare un popolamento naturale, la cui configurazione rispecchierebbe simultaneamente tutti i predetti fattori distributivi.

La conseguenza più ovvia è quindi questa: i potamobionti vanno interpretati nelle loro associazioni e nella loro distribuzione in stretta dipendenza

ambiente e dalle leggi biologiche tipiche di ciascuna specie. Queste premesse hanno a illustrare le difficoltà da noi incontrate nell'interpretare i numeri pratici rilevati col conteggio delle densità di popolazione registrate per ciascuna faccia dei cubi di pietrisco, disseminati sul fondale del Fiume Potenza tratto appenninico.

S'è fatto ricorso alle pietre artificiali, squadrate a forma cubica o parallelepipeda con superficie liscia o ondulata, proprio per eliminare la difficile variazione del reotropismo delle varie specie, così come esso può essere inteso verso le frequenze fornite da pietre naturali, incostanti per forma, dimensioni, posizione rispetto alla corrente del corso d'acqua.

Una superficie irregolare, qua levigata, là anfrattuosa, ora battuta direttamente dalla corrente, ora invece protetta da altre superfici; in alcuni casi ricoperta di vegetazione, in altri incrostata da depositi minerali, diciamolo francamente, non è certo destinata ad agevolare l'interpretazione della reotassi di ciascuna specie. Se, a questo, si aggiunge il mutare dell'aspetto generale del fondo, qua pietroso, là ciottoloso, in un punto sabbioso e in un altro limaccioso, è chiaro che si perviene in una tale complessità ecologica da infirmare qualsiasi deduzione quantitativa, per lasciare aperto solo lo spiraglio a considerazioni qualitative. Dunque appare giustificata la semplificazione da noi adottata di rendere costante almeno il substrato che costituisce la zona d'inseguimento delle singole popolazioni ricche.

Il mutare della natura del fondale diveniva così un campo favorevole per sperimentare le attitudini di colonizzazione dei termini più indicativi della zona di impostazione del blocco pietroso.

Limitando le conclusioni ai reperti forniti da questa metodologia, il presente lavoro ha indubbiamente chiarito un certo gruppo di elementi. Li elencheremo secondo l'ordine più logico:

1) Qualunque sia la struttura del fondo e la velocità di corrente, le specie litofile colonizzano in maggior numero e con più elevata frequenza di quelle reofile le formelle esposte al trascorrere delle acque. Se il fondo però è battuto da una corrente più marcata, la colonizzazione delle pietre sperimentali è impostata, risulta maggiore rispetto a quella fornita dalle acque più calme. Qualche anomalia è stata registrata per i fondi sabbiosi; anomalia più apparente che reale se si pensa all'effetto attrattivo che può esercitare una piccola pietrosa emergente da un fondale mobile per le forme petricole eurofili. Si tratta, in altri termini, di microzonule litofile che si vengono a creare dove l'ambiente circostante non avrebbe potuto fornire spontaneamente questi fatti biotopi.

2) Le formelle scanalate sono più ricche di fauna lotica di quelle a superficie liscia. Fanno eccezione gli affollamenti di *Simulium* e di masse ovigere come è noto, qualificano proprio le superfici levigate e più esposte al dilavamento della corrente.

3) Le scanalature trasversali rispetto alla direzione della corrente si rivelano più confacenti di quelle longitudinali all'instaurarsi di colonie di biotopi.

4) Le sei facce del cubo, o del parallelepipedo, non si popolano in egual misura, ma secondo uno schema di questo genere:

a) le facce anteriore, superiore e, tra le laterali, quella più esposta alla corrente sopportano colonie consuetamente più ricche di forme stenoreiche. Tale affollamento non è in rapporto diretto con la velocità di corrente, ma piuttosto con la turbolenza dell'acqua e, presumibilmente, con l'apporto di carico biologico;

b) le facce in ombra, rispetto all'urto dei filetti d'acqua, si popolano esse pure di termini reofili, ma è evidente la ricerca in questi ultimi di ricovero o del soddisfacimento di esigenze alimentari e metamorfiche;

c) ferme restando le tendenze reofile sopra enunciate, intervengono a spiegare le oscillazioni delle affluenze nel corso dell'anno le varie fasi di sviluppo dei termini lotici e le vicende idriche determinate dal regime delle acque d'acqua: piene e magre, torbide e morbide, le quali inducono vistosi scoraggiamenti nella struttura del fondo fluviale;

d) accanto ad affluenze massive ed improvvise si hanno disarmonie parziali o totali di termini petricoli, in questa o quella stagione, da attribuirsi a ninfosi o a sfarfallamenti massivi che incidono sulle regolari migrazioni dei termini stessi.

RIASSUNTO

La dinamica delle colonizzazioni petricole legate al fenomeno corrente è stata affrontata con l'impiego di pietre artificiali di forma, dimensioni e strutture prefisse. Distribuite su fondi di diversa natura lungo il tratto appennino del fiume Potenza (Marche), queste formelle hanno fornito elementi indicativi sulla reotassi e sul reotropismo dei più significativi esponenti della fauna petricola. Le colonizzazioni dei blocchetti petrosi artificiali si effettuano con velocità e densità differenti a seconda della natura del fondo e della esposizione delle singole facce al fluire delle acque. Il processo di inquilinamento delle formelle riecheggia tanto le esigenze e le attitudini ricche dei singoli bionti, quanto le fasi dei rispettivi cicli biologici e le necessità di alimentazione. Accanto a migrazioni costanti si sono potuti mettere in evidenza afflussi ciclici di popolazione per un periodo di tempo più o meno lunga durata.

Le facce più riccamente popolate sono risultate corrispondere a quelle più direttamente interessate dal fenomeno corrente. Sono stati intravisti anche per qualche reobionte, velocità limiti e velocità ottimali del deflusso delle acque.

Le facce lisce ospitano maggior numero di masse ovigere; quelle ondulate specie se con scanalature normali rispetto alla direzione della corrente, accolgono invece più consistenti colonie di stadi larvali e ninfali.

Fra termini poco indicativi si sono potuti mettere in evidenza elementi molto significativi per la valutazione del fenomeno.

La stagione che meglio si presta per indagini si fatte è quella estiva, rispondente alla magra del fiume marchigiano.

SUMMARY

The dynamics of living colonization on stones in connection with the stream phenomenon have been explored with the aid of artificial rocks of pre-determined shape, size and structure. These small rock forms, distributed in various differing tracts of the bed of the River Potenza (Marche), have supplied material on the rheotaxis and rheotropism of the most important elements of stony fauna. The colonization of the artificial rock-forms is effected with varying speed and density, according to the nature of the river-bed and the exposure of the individual suspaces of the stones to the flow of the water.

The process of conquest of the rocks by organisms depends as much on the requirements and reic behaviour of the individual bionts as on the phases of their respective biological cycles and food requirements. Cyclic affluxes of more or less long duration have been shown to take place, beside constant migrations.

The most densely populated surfaces have been found to correspond to those most directly concerned with the current phenomenon. For certain bionts limits of the speed of flow and the most favorable speeds of flow have also been observed.

Smooth surfaces support a greater number of ovigerous masses, ridged ones especially if the grooves is at right angles to the direction of flow of the current harbour instead denser colonies of larval and nymphal forms.

Among rather inexplicit terms, very important material for the evaluation of the phenomenon has been made clear.

The season which best lends itself to investigations, such as these, is summer, when the River Potenza is at its lowest.

RÉSUMÉ

La question de la dynamique des colonisations des pierres liées au facteur « courant » a été affrontée en employant des pierres artificielles de forme, dimension et structure préétablies. Placés sur des fonds de nature différente le long du parcours « appenninico » du fleuve Potenza (Marches), ces pavés ont fourni des indications sur le rhéotaxisme et sur le rhéotropisme des représentants les plus significatifs de la faune habitant les fonds pierreux.

Les colonisations des pavés artificiels établissent avec une rapidité et une densité différentes selon la nature du fond et selon l'exposition au courant de l'eau de chaque face du pavé. Le processus de peuplement des pavés est conditionné par les exigences et aptitudes rhéiques de chaque habitant ainsi que par les phases des cycles biologiques respectifs et les nécessités d'alimenta-

tion. En plus des migrations constantes on a pu mettre en évidence des afflux cycliques de durée plus ou moins longue.

Il résulte que les faces davantage peuplées correspondent à celles plus directement exposées au courant. On a également remarqué, pour quelques rhéobiontes, des vitesses limites et des vitesses « optimum » de l'écoulement des eaux.

Les faces lisses hébergent un plus grand nombre de masses ovigères, par rapport aux faces ondulées, surtout si elles ont des cannelures normales par rapport à la direction du courant accueillent des colonies de biontes à l'état de larve et de nymphe.

Parmi les représentants insuffisamment indicatifs on a pu mettre en évidence des composants très significatifs pour l'appréciation du phénomène.

L'été auquel correspond l'étiage du fleuve Potenza est la saison qui se prête le mieux à telles recherches.

ZUSAMMENFASSUNG

Die Dynamik der Steinbesiedlungen, mit der Strömungserscheinung verbunden, wurde, durch Anwendung von künstlichen Stein, mit festgesetzter Form, Grösse und Bau, angegriffen. Diese kleinen Gebilde, verteilt auf Böden verschiedener Natur der appenninischen Strecke des Flusses « Potenza » (Marche), haben andeutende Elemente über den Rheotaxis und Rheotropismus der bedeutigsten Exponenten der Steinfafauna geliefert. Die Besiedlungen der kleinen künstlichen Steinblöcke werden mit verschiedener Geschwindigkeit und Dichte, nach der Natur des Grundes und der Aufstellung der einzelnen Steinflächen dem Fliessen der Wässer, ausgeführt.

Der Besiedlungsprozess der Blöcke ist sowohl den Ansprüchen und den rheophilen Anlagen der einzelnen Bewohner, wie auch den Phasen der bezüglich der biologischen Cyklen und den Ernährungsnotwendigkeiten bedingt. Neben standhaften Wanderungen hat man cyclische Zuflüsse, längerer oder kürzerer Dauer, feststellen können.

Die reicher bevölkerten Seitenflächen ergeben sich als diejenigen, welche unmittelbar an der Strömungserscheinung interessiert sind. Man hat auch für einige Rheobionten, Geschwindigkeitsgrenzen und Optimalgeschwindigkeiten des Abflusses der Wässer, erkannt. Die glatten Seitenflächen beherbergen eine grössere Zahl eiriger Massen; während die unebenen, besonders mit Rinnen versehenen, die senkrecht der Strömungsrichtung stehen, empfangen im bedeutenden Kolonien von Larval- und Puppenstadien.

Neben wenig anzeigenden Individuen, hat man sehr bedeutsame Elemente für die Wertbestimmung des Phänomen hervorgebracht.

Die geeignetste Jahreszeit für solche Nachforschungen ist der Sommer, der mit der Dürre des marchigianischen Flusses zusammenfällt.

BIBLIOGRAFIA

- ANGELIER, C. (1950): *Les rapports entre la flore aquatique et la faune hydracarienne*. « Bull. Soc. Bot. Fr. », 3, 55-56.
- ANGELIER, E. (1953): *Le peuplement des sables submergés d'eau douce*. « Ann. Biol. », 29, 468-486.
- ANGELIER, E. (1953): *Recherches écologiques et biogéographiques sur la faune des sables submergés*. « Arch. Zool. Expér. Paris », 90, 38-156.
- ANGELIER, E. (1954): *Acariens (Hydrachnellae et Porohalacaridae) des eaux superficielles*. « Vie et Milieu », 5, 74-148.
- ANGELIER, E. (1954): *Contribution à l'étude de la faune d'eau douce de Corse. Acariens psammiques (Hydrachnellae et Porohalacaridae)*. « Vie et Milieu », 4, 506-539.
- ANGELIER, E. (1954): *Ecologie et biogéographie des Hydracariens (Hydrachnellae et Porohalacaridae) des eaux superficielles de Corse*. « Vie et Milieu », 5, 258-279.
- Annali idrologici (1950) Ministero Lavori Pubblici (Servizio autonomo Genio civile, Bologna).
- ARCANGELI, A. (1956): *Crostacei Isopodi dei Monti Sibillini* « Mem. Mus. Civ. St. Nat. Verona », 5, 179-182.
- AUBERT, J. (1956): *Plécoptères des Monts Sibillins*. « Mem. Mus. Civ. St. Nat. Verona », 5, 89-91.
- BADCOCK, R. M. (1953): *Comparative Studies in the Populations of Streams*. « Inst. Fresh. Water Res. Drottningholm », 35, 38-50.
- BADCOCK, R. M. (1953): *Studies of the Benthic Fauna in Tributaries of the Kävlinge River, Southern Sweden*. « Inst. Fresh-Water Res. Drottningholm », 35, 21-37.
- BALDI, E. (1938): *Vita nel fiume*. « Riv. Sc. Nat. », 29, 93-110.
- BERG, K. (1948): *Biological studies on the River Susaa* « Folia Limnolog. ». Scandinav., 4, 318.
- BERTRAND, H. (1954): *Les Insectes aquatiques d'Europe*. « Encycl. Entomol. ». P. Lechevalier. Paris, 1, 2.
- BESCH, W. (1954): *Ergebnis einer Untersuchung des Benthos in der Fulda oberhalb Hersfeld*. « Ber. Limnolog. Flussstation Freudenthal », 6, 14-16.
- BIANCHERI, E. (1956): *Una nuova specie della famiglia Leptophlebiidae Paraleptophlebia Ruffoi n. sp.* « Mem. Mus. Civ. St. Nat. », Verona, 5, 191-194.
- CANELLA, M. (1954): *Ricerche sulla microfauna delle acque interne ferraresi*. « Pabb. Civ. Mus. St. Nat. », Ferrara, 4, 1-154.
- CARPENTER, K. E. (1927): *Faunistic ecology of some Cardiganshire streams*. « Journal of Ecology », 15, 33.
- CHEUVREUX, E.; PAGE, L. (1925): *Amphipodes 9. Faune de France*. « O.f. Contr. Faunist. », P. Lechevalier, Paris.
- CONCI, C.; NIELSEN, C. (1956): *Fauna d'Italia. Odonata*. « Acc. Naz. Ital. Ent. Un. Zoo l. Ital. », 1.
- CONSIGLIO, C. (1952): *Odonati dell'Italia meridionale e degli Abruzzi*. « Mem. Soc. Ent. It. », 31, 96-108.
- CONSIGLIO, C. (1955): *Note su Plecotteri italiani*. « Boll. Lab. Zool. Gen. Agr. » F. Silvestri . Portici, 33, 273-282.

- 23) DESPAX, R. (1951): *Plécoptères 55. Faune de France*. « Off. Centr. Faunist. » P. Lechevalier, Paris.
- 24) DITTMAR, H. (1953): *Die Bedeutung des Ca-und Mg-Gehaltes für die Fauna fließender wässer*. « Ber. Limnolog. Flussstation Freudenthal », 4, 20-23.
- 25) DORIER, A.; VAILLANT, F. (1955): *Sur le facteur vitesse du courant*. « Verh. Int. Ver. Limnolog. », 12, 593-612.
- 26) FRANCISCOLO, M. E. (1956): *Coleoptera: 1-Haliplidae, Dytiscidae; Gyrinidae dei Monti Sibillini*. « Mem. Mus. Civ. St. Nat. », Verona, 5, 195-201.
- 27) FRY, F. E. I. (1947): *Effects of the environment on animal activity*. « Univ. Toronto Studies Biol. », 55, 1-62.
- 28) GIORDANI SOIKA, A. (1944): *Il nuovo concetto di olocenosi nell'ecologia e nella biogeografia*. « Atti R. Ist. Sc. Lett. », 104, 761-770.
- 29) GOETGHEBIER, M. (1932): *Diptères Chironomidae 18. Faune de France*. « Off. Centr. Faunist. » P. Lechevalier, Paris.
- 30) GOETGHEBIER, M. (1932): *Diptères Chironomidae 23. Faune de France*. « Off. Centr. Faunist. » P. Lechevalier, Paris.
- 31) GRANDI, M. (1953): *Contributi allo studio degli efemeroidi italiani*. « Boll. Ist. Entom. Univ. Bologna », 19, 307-386.
- 32) HYNES, H. B. N. (1958): *The effect of drought on the fauna of a small mountain stream in Wales*. « Verh. internat. Verein. Limnol. », 13, 826-833.
- 33) HÖLL, K. (1955): *Chemische Untersuchungen an Kleinen Fließgewässern*. « Verh. Int. Limnol. », 12, 360-372.
- 34) HORA; SUNDER LAL. (1930): *Economics, bionomics, and Evolution of the torrential Fauna*. « Philos. Trans. », London, Ser. B., 218.
- 35) HUBAULT, E. (1927): *Contribution à l'étude des Invertébrés torrenticoles*. « Bull. Biol. Bel. », 1, 1-10.
- 36) HUET, M. (1946): *Note préliminaire sur les relations entre la pente et les populations piscicoles des eaux courantes*. « Trav. Stat. Rech. Groenendaal », 4, 232-243.
- 37) HUET, M. (1954): *Biologie, profils en long et en travers des eaux courantes*. « Bull. fr. Piscicult. », 175, 41-53.
- 38) KIEFFER, J. (1925): *Diptères: Chironomidae, Ceratopogonidae 11. Faune de France*. « Off. Centr. Faunist. » P. Lechevalier, Paris.
- 39) KUNH, H. (1952): *Über das Vorkommen von Kriebelmückenlarven (Simulium sp.) in Baden auf dem Stadtgebiet Zurichs*. « Schw. zeitsch. Hydrol. », 14, 434-442.
- 40) IDE, F. P. (1935): *The effect of temperature on the distribution of the mayfly fauna of a stream*. « Univ. Toronto Studies Biol. », 50, 1-76.
- 41) IDE, F. P.: *Quantitative determination of the insect fauna of rapid water*. « Univ. Toronto Studies Biol. », 47.
- 42) ILLIES, J. (1952): *Die europäischen Arten der Plecopterengattung Isoperla Banks (Chironomidae)*. « Deuts. Entom. Inst. Berlin. Beiträge zur Entomologie », 2, 369-421.
- 43) ILLIES, J. (1952): *Die Molle*. « Arch. f. Hydrobiol. », 46, 424-612.
- 44) ILLIES, J. (1953): *Beitrag zur Verbreitungsgeschichte der europäischen Plecopteren*. « Arch. f. Hydrobiol. », 1, 35-74.

- ILLIES, J. (1953): *Die Besiedlung der Fulda (insbes. das Benthos der Salmoniden region) nach dem jetzigen Stand der Untersuchung*. « Ber. Limnolog. Flusstation Freudenthal », 5, 1-28.
- IKONOMOV, P. (1953): *Ephemeroptera der Umgebung - des Prespa-Sees*. « Ann. fac. fil. Univ. Skopje », 6, 1-29.
- JONASSON, P. (1948): *Quantitative studies of the bottom fauna*. « Biol. Stud. riv. Susaa, folia Limnolog. Scandinav. », 4, 204-284.
- JONASSON, M.P. (1958): *The mesh factor in sieving techniques*. « Verh. internat. Ver. Limnolog. », 13, 860-866.
- LAFON, J. (1953): *Recherches sur la faune aquatique litorale du Rhône a Lyon*. « Bull. Soc. Limn. Lyon », 2, 36-46.
- LENZ, F. (1931): *Zur Methodik der quantitativen Bodenfauna-Untersuchung*. « Arch. Hydrobiol. », 3, 375-380.
- LENZ, F. (1952): *Chironomiden als Vorfrühlingsboten*. « Beit. zur Ent. », 2, 543-554.
- MACAN, T. T. (1949): *The taxonomy of the nymphs of the British species of the genus Ecdyonurus (Ephem.)*. « Entomologist Mont. Mag. » 85, 64-70.
- MACAN, T. T. (1950): *Descriptions of some nymphs of the British species of the genus Bæetis (Ephem.)*. « Trans. Soc. Brit. Ent. », 10, 144-166.
- MACAN, T. T. (1957): *The Ephemeroptera of a stony stream*. « J. Anim. Ecol. », 26, 317-342.
- MACAN, T. T. (1958): *Methods of sampling the bottom fauna in stony streams*. « Mitt. internat. Verein. Limnol. », 8, 1-20.
- MACAN, T. T. (1958): *Causes and effects of short emergence periods in insects*. « Verh. internat. Ver. Limnol. », 13, 845-849.
- MACKERETH, J. C. (1957): *Notes on the Plecoptera from a stony stream*. « J. Animal Ecol. », 26, 343-351.
- MAGLIO, C. (1956): *Idracnelle dell'Appennino Umbro-Marchigiano*. « Atti Soc. Ital. Sc. Nat. », 25, 292-294.
- MARCUZZI, G. (1941): *Osservazioni faunistiche e sistematiche sui Tendipedi (Chironomidi) di Padova e Venezia*. « Mem. R. Accad. Sc. Lett. Art. Padova », 57, 1-31.
- MARGALEF, R. (1944): *Datos para la flora algologica de nuestras aguas dulces*. « Ist. Mem. Cienc. Nat. », 4, 1-130.
- MARGALEF, R. (1947): *Los metodos para la investigacion de las comunidades acuaticas adnadas y especialmente las formadas por organismos microscopicos (perifiton, pecton)*. « Collect. Bot. », 1, 247-259.
- MOFFET, J.W. (1936): *A quantatitive study of the bottom fauna in some Utah streams variously affected by erosion*. « Bull. Univ. Utah. », 26, Biol. Ser., 1-3.
- MORETTI, G. P. (1937): *Origini, evoluzione, destini di un biotopo abduano*. « Mem. Ist. Lomb. Sc. Lett. », 20, 139-189.
- MORETTI, G. P.; BONTEMPI, L. (1948): « *Facies* » estivo-autunnale delle biocenosi reofile del fiume Potenza. « Boll. Pesca Pisc. Idrobiol. », 3, 32-49.
- MORETTI, G. P. (1949): *Valutazione biologica del fiume Potenza come esponente delle acque fluviali delle Marche*. « Verh. Int. Ver. Limnol. », 10, 335-338.
- MORETTI, G. P.; SERRALUNGA, G. (1949): *Le biocenosi degli insetti del torrente Soldo (Val-solda)*. « Ist. Lomb. Sc. Lett. », 82, 287-327.

- 67) MORETTI, G. P. (1950): *La vita nelle acque correnti dell'Umbria e delle Marche*. « Boll. Zool. Suppl. », 17, 575-588.
- 68) MORETTI, G. P., MICHELETTI, P. A. (1952): *Facies primaverile delle biocenosi reofile del lago di Mezzana*. « Boll. Pesca, Pisc., Idrobiol. », 6, 1-43.
- 69) MORETTI, G. P. (1953): *I fattori ecologici che regolano la vita nelle acque correnti delle Alpi e degli Appennini*. « Mem. Is. It. Idrobiol. », Dott. M. de Marchi, 7.
- 70) MORTIMER, G. H. (1956): *The oxygen content of air-saturated fresh waters, and aids in calculating percentage saturation*. « Mitt. Intern. Vereinig. f. Limnol. », 6, 1-20.
- 71) MUNDIE, J. H. (1956): *Emergence traps for aquatic insects*. « Mitt. Int. Ver. Limnol. », 6, 1-13.
- 72) NEEDHAM, P. R. (1934): *Quantitative studies of stream bottom foods*. « Trans. Am. Fish. Soc. », 64, 238.
- 73) NEEDHAM, J.; LLOYD, J. T. (1937): *The life of Inland Waters*. « Comst. Public. comp. N. York », 362-376.
- 74) NEERACHER, F. (1910): *Die Insektenfauna des Rheins und seiner Zuflüsse bei Basel*. « Rev. suisse Zool. », 18, 497-590.
- 75) NIELSEN, A. (1950): *On the zoogeography of Springs*. « Acta hydrobiol. limnolog. et protolog. », 2, 313-321.
- 76) NIELSEN, A. (1950): *The torrential Invertebrate fauna*. « Oikos ». Acta oecol. scandin. 2, 176-196.
- 77) NIELSEN, A. (1951): *Spring fauna and speciation*. « Proc. Intern. Assoc. Limnol. the. appl. », 11, 261-263.
- 78) NIELSEN, A. (1951): *Is dorsoventral flattening of the body an adaptation to torrential flow*. « Proc. Intern. Assoc. Limnol. the. appl. », 11, 264-267.
- 79) NIETSCHE, G. (1937): *Die Kossau Hydrobiologisch-faunistische Untersuchungen an Schlesw. Holsteinischen Fließgewässern*. « Arch. f. Hydrob. », 32.
- 80) PATE, V. S. L. (1932): *A four year summary of quantitative food on studies New York streams*. « Supp. Ann. Repts. New York ».
- 81) PENNAK, R. W.; GERPEN, E. D. (1947): *Bottom fauna production and physical nature of the substrate in a northern Colorado trout stream*. « Ecology », 28, 42.
- 82) PERCIVAL, E., WHITEHEAD, H. (1929): *A quantitative study of the fauna of some types of stream-bed*. « Journ. Ecol. », 17, 282.
- 83) PIERRE, F. (1951): *Les conditions écologiques et le peuplement des vases d'eau douce*. « Encyc. Biogeograph. écol. » P. Lechevalier, Paris, 6.
- 84) PLESKOT, G. (1951): *Wassertemperatur und Leben im Bach*. « Wetter und Leben », 3.
- 85) PLESKOT, G. (1953): *Beiträge zur Limnologie der Wienerwaldbäche*. « Wetter und Leben », 2, 1-126.
- 86) RAVERA, O. (1951): *Velocità di corrente e insediamenti bentonici. Studio su una lanca del fiume Toce*. « Mem. Ist. Ital. Idrobiol. », 6, 221-267.
- 87) RAVERA, O. (1951): *Schéma écologique d'un meandre de rivière alpine*. « As. Int. Limnol. the. ap. », 11, 308-314.
- 88) RICHARDSON, R. E. (1928): *The bottom fauna of the middle Illinois River, 1913-1925. I. distribution, abundance, valuation and index value in the study of stream pollution*. « Bul. Ill. Nat. Hist. Surv. », 17, 387.

- RICKER, W. E. (1934): *An ecological classification of certain Ontario Streams*. «Univ. Toronto Studies Biol.», 37, 1-114.
- ROMANISZYN, W. (1950): *Seasonal variation in the qualitative and quantitative distribution of the Chironomids- larvae in the Charzykowo-lake (in Polacco)*. Inst. Badaw. Lesmic. «Jezioro Charzykowo». Warsz, 150.
- ROOS, T. (1957): *Studies of Upstream Migration in Adult Streamdwelling Insects*. «Inst. Freshw. Res. Drottningholm», 38, 167-191.
- RUFFO, S. (1953): *Lo stato attuale delle conoscenze sulla distribuzione geografica degli Anfi-podi*. «Prem. Congr. intern. de Spéléol.», 3, 1-37.
- UTTNER, F. (1953): *Fundamentals of Limnology*. «Univ. Toronto Press», 1-242.
- WILHELMITZ, W. (1954): *Grundlagen der Untersuchung der Temperaturverhältnisse in den Fließgewässern*. «Ber. Limnolog. Flubstation Freudenthal», 6, 29-50.
- LEGUY, E. (1925): *Diptères: Simuliidae 12. Faune de France*. «Off. Centr. Faunist.» P. Lechevalier, Paris.
- SERVIZIO IDROGRAFICO ITALIANO (1934): *Il trasporto solido dei corsi d'acqua italiani*. «Pubbl. I. 15, Min. LL. PP.».
- WILFORD, V. E.; EDDY, S. (1929): *Methods for the study of stream communities*. «Ecology», 10, 382.
- WILCOX, Wm. M. (1947): *An ecological investigation of stream insects in Algonquin Park, Ontario*. «Univ. Toronto Studies Biol.», 56, 1-81.
- WEINMANN, P. (1915): *Praktikum der Susswasserbiologie*. «Die Organismen des fliessenden Wassers», 1, 1-184.
- WIELLA, E. (1951): *Studio biologico preliminare sulle zoocenosi del Tevere*. «Atti Soc. Int. Limnol.», 11, 383-391.
- WIELLA, E.; ANGELINI, V. (1953): *Le zoocenosi della foce del Tevere*. «Boll. Pesca, Pisc. Idrobiol.», 7, 1-19.
- WIELLA, E. (1956): *Le biocenosi del sistema sorgivo del fiume Ninfa (Agro Romano)*. «Boll. Pesca, Pisc. Idrobiol.», 10, 1-52.
- WILMANN, (1920): *Die Murg. Eine hydrographische und biologische Studie*. «N. Thurg.», 3, 70-124.
- WILHEIMMANN, A. (1912): *Der Bergbach des Saanerlandes. Faunistisch biologische Untersuchungen*. «Intern. Rev. ges. Hydrobiol. Hydrogr.», 5.
- WILSON, A. R. (1939): *Le attuali conoscenze sul regime dei fiumi appenninici*. «Atti S.I. S.S.», 1-18.
- WILSON, K. (1955-1956): *Die Milben des Susswassers und des Meeres*. «G. Fischer, Jena», 1-476; 2, 1-870.
- WIELLA, G. (1951): *Morfologia delle valli marchigiane*. «St. Urbin.», 2, 1-19.
- WILSON, J. (1949): *Biocenotique*. «Bull. mens. Société linn.», Lyon, 4-5, 76-95.
- WILSON, J. (1949): *Procédé graphique d'expression de l'évolution des biotopes et de la dynamique des biocoenoses*. «Bull. biol. Fr. et Belg.», 83, 1-17.
- WILSON, J. (1951): *Un aspect particulier de la dynamique des biocoenoses, le rythme d'activité*. «Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse», 86, 69-72.
- WILSON, P. S. (1935): *Limnology*. «Mc Graw-Hill Book Comp.», 471.
- WILSON, R. J. (1942): *Diurnal fluctuation of oxygen and pH in two small ponds and a stream*. «Jour. exper. Biol.», 19, 92-99.

SPIEGAZIONE DELLA TAVOLA

- Fot. 1. — Il letto del fiume Potenza a Torre del Parco: prima stazione (fondo di ciotoli, ghiaia, sabbia e limo, contro corrente). Luglio 1956.
- Fot. 2. — Il fiume Potenza a Torre del Parco: a 50 metri dalla stazione precedente. Si noti la curva dell'alveo; profondità progressiva da destra a sinistra (contro corrente, fondo sabbioso). Luglio 1956.
- Fot. 3. — Il fiume Potenza presso Castelraimondo, circa 1 km a valle di Torre del Parco. Si noti il dominio delle pietre (contro corrente). Maggio 1955.
- Fot. 4. — Castelraimondo: il fondo limo-sabbioso in sponda destra visto dall'alto del costone e contrassegnato da un insediamento di girini di *Bufo vulgaris*. Luglio 1956.
- Fot. 5. — Castelraimondo: il corso del fiume Potenza visto contro corrente dal costone che strapiomba sullo specchio in sponda sinistra. Nel tratto contrassegnato dalla prima fascia d'ombra trasversale erano immerse le formelle sperimentali. Luglio 1956.
- Fot. 6. — Il fiume Potenza a Castelraimondo: seconda stazione di repere. Sede di 9 formelle con tutti i tipi di fondo ad eccezione del pietroso (sede di *Ecdyonurus*, *Chironomus*, *Gammarus* e *Polydora tropus*). Luglio 1956.



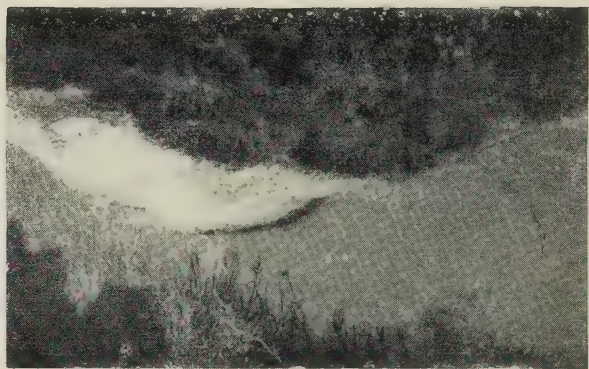
1



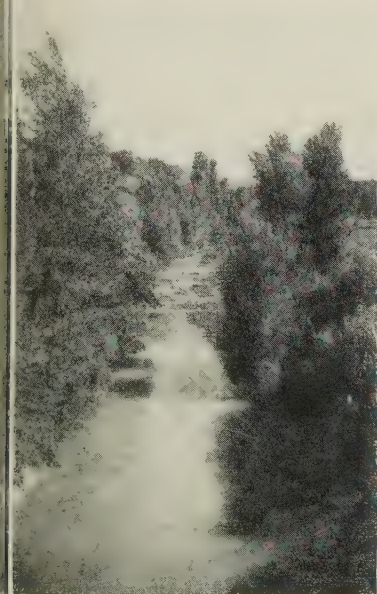
2



3



4



5



6

INDICE GENERALE DELL'ANNATA

ARIAN LUIGI: Osservazioni eco-etologiche sull'Alobio costiero dell'Isola di Rodi	Pag.	100
ANNICCI GABRIELLA: Osservazioni sulla distribuzione dei Cladoceri del genere <i>Daphnia</i> in laghi dell'Italia peninsulare	»	23
AVALIÈRE ANTONINO: Omologazione delle voci locali-dialettali coi nomi italiani e scientifici di pesci, crostacei, molluschi, ecc., che si pescano nello Stretto di Messina e zone viciniori, e che interessano, in massima parte l'alimentazione	»	71
ANFICCONI FERNANDA: Impiego di pietre artificiali per l'analisi quantitativa delle colonizzazioni faunistiche dei fondi potamici	»	299
ANGELIS COSTANZO M.: Metodi di ricerca sulla produttività del mare	»	159
GIANNOTTI GIOVANNI MARIA: <i>vedi</i> Giannotti Francesco		
GIANNOTTI FRANCESCO: Il carico biologico convogliato dalle acque delle Fonti del Clitunno	»	265
MALDURA CARLO: Relazione sull'attività del Laboratorio Centrale di Idrobiologia durante l'anno 1957	»	124
MCOTTI MARIO: Relazione sull'attività dell'Istituto Sperimentale Talassografico di Trieste per l'anno 1957	»	121
MCOTTI MARIO: Ricerche sul lago d'Orta	»	126
LIATTI MAGDA: <i>vedi</i> Cianficconi Fernanda		
OCUDERI IRENE: Sui caratteri morfologici dell' <i>Engraulis</i> del « Lago Verde » ..	»	232
OMMANI ERNESTO: Prime osservazioni sulla biologia della Sardina (<i>Sardina pilchardus</i> Walb.) del Tirreno e considerazioni relative alla pesca	»	5
OMMANI ERNESTO: Caratteristiche eco-etologiche della trota iridea (<i>Salmo gairdnerii</i> Rich.) in relazione ai ripopolamenti dei corsi d'acqua montani	»	92
OMMANI ERNESTO: Limnologia dei laghi artificiali. - VI Osservazioni conclusive	»	212
OCCHI RODOLFO: Insetti dannosi in piscicoltura	»	108

NORME PER GLI AUTORI

1° I lavori che vengono inviati alla Redazione per essere pubblicati nel « Bollettino di Pesca, Piscicoltura e Idrobiologia » devono essere dattilografati e corretti.

2° I lavori dovranno riportare un breve sunto in italiano, francese ed inglese.

3° Per la bibliografia è assolutamente necessario attenersi alle seguenti norme:

a) cognome dell'Autore e iniziale del nome con doppia sottolineatura;

b) anno di pubblicazione tra parentesi;

c) titolo del lavoro sottolineato;

d) indicazione del periodico tra virgolette, secondo le norme internazionali per l'abbreviazione;

e) numero in arabo del volume sottolineato;

f) numero in arabo della pagina.

Es.: RILEY G. A. (1938): *The measurement of phytoplankton*. « Int. Rev. Hydrobiol. », 36, 371.

Se il periodico è formato da memorie o numeri progressivi indicare come segue:

Es.: SANZO L. (1938): *Uova, larve e stadi giovanili di *Seriola Dumerilii* Risso*. « Mem. Com. talassogr. ital. », n. 205.

Se trattasi di un'opera indicare oltre il nome dell'Autore, il titolo e l'anno, anche la casa editrice e il luogo di pubblicazione.

Es.: CHAPMAN R. N. (1931): *Animal Ecology*, Mc Graw. Hill Book Co., New York and London.

Tenere presente che l'abbreviazione del « Bollettino di Pesca, Piscicoltura e Idrobiologia » vascritta nel modo seguente: « Boll. Pesca Pisc. Idrobiol. ».

4° Tutta la nomenclatura latina, che deve essere stampata in corsivo, va sottolineata, mentre i nomi in italiano che si riferiscono a tipi, ordini, classi, ecc., vanno scritti con la prima lettera maiuscola.

5° Per i numeri decimali usare le virgole e non punti, così nel testo come nelle tabelle.

6° I disegni e i diagrammi devono essere tracciati ad inchiostro di Cina solo su carta bianca o lucida, e devono portare le indicazioni in lettere o numeri ben scritte in stampatello.

I disegni o diagrammi che per ragioni tecniche non sono riproducibili saranno nuovamente disegnati a spese dell'Autore.

7° Non si accettano fotografie che non siano riproducibili.

8° Si raccomanda agli Autori di limitare le tabelle, i disegni, i diagrammi e le fotografie allo stretto indispensabile; in caso contrario la Redazione si riserva di scartare quelli che a suo giudizio ritiene superflui per la pubblicazione.

9° Agli Autori spettano 30 estratti gratuiti. Le spese per un numero maggiore di estratti saranno a loro carico.

PREZZO L. 500

**ISTITUTO POLIGRAFICO DELL
STATO - G. C. - ROMA, 195**